

# EXPERIENTIA



MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT  
REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES  
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE  
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Herausgeber:

A.v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE

Bern

Zürich

Genève

Redaktion: P.-D. Dr. H. Mislin, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG., BASEL 10 - SCHWEIZ - SUISSE - SVIZZERA - SWITZERLAND

Telephon: Basel Nr. 4 98 00 - Telegr.-Adr.: Edita Basel

Vol. I - Nr. 5

15. August 1945

Fr. 2.—

## INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

G. TIERCY: «Le problème des étoiles doubles» . . . . .	127
A. v. MURALT: «Vagusstoffe» . . . . .	136
TH. NIETHAMMER: «Das Problem der Bestimmung wahrer Meereshöhen und seine schweizerische Lösung» . . . . .	146
E. GÄUMANN: «Über Seuchenzüge bei pflanzlichen Infektionskrankheiten» . . . . .	153

## *Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires*

### *Comunicati provvisori - Preliminary reports*

W. BRÜCKNER: «Über Helligkeitsbestimmungen an Gesteinen» . . . . .	157
G. SCHÖNHOLZER: «Über die polarographische Bestimmung des Cl'-Ions» . . . . .	158
P. GASCHE: «Einfache Aufzuchtmethode von <i>Rana-temporaria</i> -Larven mit Brennesselpulver ( <i>Herba Urticae</i> )» . . . . .	159
L. RUZICKA, PL. A. PLATTNER und B. G. ENGEL: «Über ein neues kristallisiertes Alkaloid aus <i>Erythrophleum Couminga Baillon</i> » . . . . .	160
H. E. FIERZ-DAVID und C. ULRICH: «Zur Kenntnis des Korkes» . . . . .	160
A. und F. WYSS: «Über den Aneuringehalt des ungereizten und gereizten Froschnerven nach Vergiftung mit Mono-Jodessigsäure» . . . . .	160
A. SAURER: «Urethan als Follikulinantagonist» . . . . .	161

## *Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications - Resoconti delle pubblicazioni - Reviews*

«Les Ultravirus des maladies animales», von C. Levaditi, P. Lepine und J. Verge, mit 24 weiteren Mitarbeitern (Librairie Maloine, Paris) 1943 (Ref. G. Schmid) . . .	163
«Physikalische Chemie in Medizin und Biologie» von W. Bladergroen (Verlag Wepf & Cie., Basel) 1945 (Ref. F. Almasy) . . . . .	163
«Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften» von Bernhard Bavink (Verlag A. Francke AG., Bern) 1945 (Ref. A. Ostrowski) . . . . .	164

## *Informationen - Informations - Informazioni - Notes*

Experientia vor (100) Jahren - Zur Entdeckung der roten Blutkörperchen - Team Work und Biologie . . . . .	165/166
---	---------



Die «Experientia» stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;
2. kurze *vorläufige Mitteilungen* aufzunehmen;
3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

«Experientia» si pone come compito di portare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;
2. *brevi comunicazioni provvisorie*;
3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti sul campo delle scienze naturali.

«Experientia»

1. publiera des *articles originaux écrits dans une des langues principales* sur les recherches scientifiques récentes;
2. publiera de *brèves communications*;
3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées*.

The aim of «Experientia» is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various countries;
2. to publish *brief reports*;
3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

## E X P E R .

Die «Experientia» erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt beim unterzeichneten Verlag bezogen werden. Der Preis einer Einzelnummer beträgt Fr. 2.—. Bei direkter Zustellung durch den Verlag kostet das Jahresabonnement Fr. 20.—. Beim Versand ins Ausland erfolgt Zuschlag der Portokosten. Preise in Schweizerwährung.

Alle Zuschriften an die Redaktion der «Experientia» sind ausschließlich an den unterzeichneten Verlag zu richten.

Redaktionsschluß 25 Tage vor Erscheinungstermin, d. h. am 20. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten für ihre Beiträge ein Honorar und auf Wunsch 100 Gratisseparatabzüge im Format 14,5×21 cm ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Sonderdrucke und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen. Separatabzüge sind vor dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Preise für Inlandanzeigen:  $\frac{1}{4}$  Seite Fr. 200.—,  $\frac{1}{2}$  Seite Fr. 120.—,  $\frac{1}{4}$  Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme: *Senger-Annoncen*, Zürich 2, Gotthardstraße 61, Tel. 25 22 02; Basel: Tel. 3 74 92.

Die «Experientia» wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15, Tel. 4 98 00; Telegrammadresse: Edita Basel

L'«Experientia» paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.—. Abonnement pour un an, chez l'éditeur, fr. 20.—; pour l'étranger port en sus. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'«Experientia» exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 25 jours avant la parution, c'est-à-dire le 20 du mois pour le numéro du mois suivant.

Il sera versé des honoraires aux auteurs pour leurs communications, et ils recevront gratuitement, s'ils le désirent, 100 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm., sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture, s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés avant l'impression du périodique.

Prix pour les annonces, en Suisse:  $\frac{1}{4}$  page fr. 200.—,  $\frac{1}{2}$  page fr. 120.—,  $\frac{1}{4}$  page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Annonces: *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, tél. 25 22 02; Bâle: tél. 3 74 92.

L'«Experientia» est imprimée en Suisse.

Editions Birkhäuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15, tél. 4 98 00; adresse télégraphique: Edita Bâle.

«Experientia» esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta a ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla Casa editrice sotto indicata. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.—. L'abbonamento annuale, fatto presso la casa editrice, è di fr. 20.—. Per la spedizione all'estero vi è l'aggiunta delle spese di porto. I prezzi in divisa svizzera. Tutti gli invii alla redazione di «Experientia» sono da dirigere esclusivamente alla sottoscritta Casa editrice.

La redazione del numero si chiude 25 giorni prima del termine di uscita, cioè al 20 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono per i loro contributi un onorario e, su desiderio, 100 estratti nel formato 14,5×21 cm., senza copertina. Il costo di estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati prima della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci dalla Svizzera:  $\frac{1}{4}$  pag. fr. 200.—,  $\frac{1}{2}$  pag. fr. 120.—,  $\frac{1}{4}$  pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da dirigere a *Senger-Annoncen*, Zurigo 2, Gotthardstraße 61, tel. 25 22 02; Basilea: tel. 3 74 92.

«Experientia» si stampa in Svizzera.

Casa editrice Birkhäuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstraße 15, tel. 4 98 00; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea.

«Experientia» is published on the 15th of every month, and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is frs. 2.—, by annual subscription from the publishers by inland-mail frs. 20.—. For dispatch to foreign countries an additional postage-charge is made. Prices in Swiss currency.

All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 20th of the preceding month.

The authors receive for their contributions a fee and, on request, 100 reprints 14,5×21 cm without cover free of charge.

For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered before the number is printed.

Prices for inland-advertising:  $\frac{1}{4}$  page frs. 200.—,  $\frac{1}{2}$  page frs. 120.—,  $\frac{1}{4}$  page frs. 70.—. Advertisements should be sent to *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, phone 25 22 02; Basle: phone 3 74 92.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstraße 15, Phone 4 98 00; Telegrams: Edita Basle.

Printed in Switzerland / E. Birkhäuser & Cie., Basel



Publikationen der ersten vier Hefte - Publications des premiers quatre numéros  
Pubblicazioni dei primi quattro fascicoli - Publications of the first four numbers

Vol. I - Nr. 1

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

E. GUYÉNOT: La dualité des «Prolans» urinaires . . . . .	1
W. KUHN: Das statistische Problem der Gestalt fadenförmiger Moleküle . . . . .	6
E. GÄUMANN: Über pathogene Pilze, die Pflanzen und Menschen befallen . . . . .	18

*Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires  
Comunicati provvisori - Brief reports*

E. GÄUMANN und O. JAAG: Über induzierte Abwehrreaktionen bei Pflanzen . . . . .	21
A. URSPRUNG und J. KOLLER: Beitrag zur Frage nach der Beteiligung lebender Stammzellen am Saftsteigen . . . . .	22
W. H. SCHOPFER et Mlle M. GUILLOUD: La culture d'Eremothecium Ashbyii en milieu synthétique . . . . .	22
R. WENNER und C. A. JOËL: Erste klinische Prüfungsergebnisse der Dehydro-doisylnsäure . . . . .	23
H. GOLDMANN: Räumliche Reizsummation der helladaptierten Netzhaut . . . . .	24
H. SÜLLMANN: Der Einfluß von Aneurin und Cholin auf die Spaltung von Tributyrin durch Serum und Erythrocyten . . . . .	25
F. BUCHMÜLLER und H. KÖNIG: Einfaches Demonstrations-Flimmerphotometer . . . . .	26
M. GEIGER-HUBER und H. HUBER: Über die Ursache des gegensätzlichen geotropischen Verhaltens von Sproß und Wurzel . . . . .	26
H. KUHN: Äußere Abmessungen von Fadenmolekülen in Lösung . . . . .	28
R. WIZINGER: Über Pyrylocyanine und Thiopyrylocyanine . . . . .	29
E. A. ZELLER und A. MARITZ: Über den enzymatischen Abbau von Monoamino-dicarbonsäure-Derivaten . . . . .	30

*Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications  
Resoconti delle pubblicazioni - Reviews*

Lord Rayleigh, Cambridge University Press 1942 «The Life of Sir J. J. Thomson» (Ref. E. Miescher) . . . . .	30
---	----

*Informationen - Informations - Informazioni - Informazioni*

Experientia vor (300) Jahren - Congrès zoologique, Lausanne - Schweiz. Tropeninstitut, Basel - Institut Pasteur, Paris . . . . .	31/32
--	-------

Vol. I - Nr. 2

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

E. C. G. STUECKELBERG: L'état actuel de la théorie des particules élémentaires et des quanta . . . . .	33
E. V. D. PAHLEN: Moderne Kosmogonie . . . . .	36
R. MATTHEY: L'évolution de la formule chromosomiale chez les vertébrés . . . . .	50

*Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires  
Comunicati provvisori - Brief reports*

P. FINSLER: Über die Wahrscheinlichkeit seltener Erscheinungen . . . . .	56
R. FUETER: Über die Quaternionenmultiplikation regulärer vierfachperiodischer Funktionen . . . . .	57

R. MEIER und M. ALLGÖWER: Zur Charakterisierung zellteilungswirksamer Substanzen an der Gewebekultur . . . . .	57
E. BERGER und St. BRZEZINSKI: Die Inaktivierung des Fleckfiebertvirus mittels Organextrakten . . . . .	61
S. WEIDMANN: Über eine vierte Aktionssubstanz des Nerven . . . . .	61
S. WEIDMANN und F. WYSS: Gleichzeitiger Nachweis der 4. Aktionssubstanz mit dem Polarographen und am Froschherzen . . . . .	62
W. HADORN: Ergebnisse der Behandlung der Hyperthyreose mit Thiouracil . . . . .	63
V. PRELOG und H. C. BEYERMANN: Nachweis eines androgenen Wirkstoffes im Hypophysenvorderlappen . . . . .	64

*Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications  
Resoconti delle pubblicazioni - Reviews*

Proteins, Amino Acids and Peptides. Von Edwin J. Cohn und John T. Edsall, unter Mitarbeit von John G. Kirkwood, Hans Mueller, J. L. Oncley und George Scatchard. American Chemical Society Monograph Series, Reinhold Publishing Corporation. New York 1943. (Ref. A. v. Muralt) . . . . .	65
«What is Life?» Von E. Schrödinger, Cambridge, University Press 1944. (Ref. A. v. Muralt) . . . . .	65

*Informationen - Informations - Informazioni - Informazioni*

Experientia vor (200) Jahren - Die Schweizerische Akademie der medizinischen Wissenschaften - Stiftung für biologisch-medizinische Stipendien - Corrigenda . . . . .	66/68
--	-------

Vol. I - Nr. 3

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

H. BAUMGARTNER, C. R. EXTERMANN, P. C. GUGELOT, P. PREISWERK und P. SCHERRER: Die Cyclotron-Anlage der Eidg. Technischen Hochschule . . . . .	69
R. MATTHEY: L'évolution de la formule chromosomiale chez les Vertébrés (suite) . . . . .	78
H. HADWIGER: Die Erfahrungsnachwirkung bei Wahrscheinlichkeiten . . . . .	87

*Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires  
Comunicati provvisori - Preliminary reports*

H. PALLMANN und H. DEUEL: Über die Einwirkung von Chlordioxyd auf Pektinstoffe . . . . .	89
F. HUNZIKER und T. REICHSTEIN: Konfiguration des Digitoxigenins . . . . .	90
W. WILBRANDT: Folgt die Hämolysse dem Alles-oder-Nichts-Gesetz? . . . . .	91
A. MERCIER: Hypothèse d'identité entre le fin et le grossier comme base de la statistique . . . . .	92
H. STAUB: Penicillin-Inhalation . . . . .	92
H. DUBOIS-FERRIÈRE: La toxémie traumatique . . . . .	94
H. BLOCH und H. SÜLLMANN: Trehalase in Tuberkelbazillen . . . . .	94

*Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications  
Resoconti delle pubblicazioni - Reviews*

L'évolution physiologique. Etude des pertes de fonctions chez les microorganismes. Par André Lwoff. Paris (Actualités scientif. et industr., n° 970, Hermann, éd.), 1944. (Ref. D. Bovet) . . . . .	95
---	----



Schulung und Naturerkenntnis. Von P. Niggli, Zürich (Eugen Rentsch Verlag), 1945 (Ref. P. Bearth) . . . . .	95	E. GLANZMANN: Die essentielle Erythroblastopenie mit Anämie vom Typus Diamond-Blackfan . . . . .	118
Helium. By W. H. Keesom. Amsterdam (Elsevir), 1942. (Ref. E. Miescher) . . . . .	96	M. WALDMEIER: Das Verhalten des Wasserstoffs in der Sonnenkorona . . . . .	118
Kosmische Strahlung. Vorträge, gehalten im Max-Planck-Institut, Berlin-Dahlem, von E. Bagge, F. Bopp, S. Flügge, W. Heisenberg, A. Klemm, J. Meixner, G. Molière, H. Volz, C. F. v. Weizsäcker, K. Wirtz. Herausgegeben von Werner Heisenberg. Berlin (Springer-Verlag) 1943. (Ref. M. Fierz). . . . .	96	H. BRADT, C. P. GUGELOT, O. HUBER, H. MEDICUS, P. PREISWERK und P. SCHERRER: K-Einfang und Positronenemission des 6,7-h-Cd <sup>107, 109</sup> . . . . .	119
		P. LÄUGER, R. PULVER, C. MONTIGEL: Über die Wirkungsweise von 4,4'-Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT-Geigy) im Warmblüterorganismus . . . . .	120
<i>Informationen - Informations - Informazioni - Notes</i>		R. HEGGLIN: Energetisch-dynamische Herzinsuffizienz als Folge von Hypokaliämie. . . . .	121
Experientia vor (150) Jahren - Allgemeine Biologie - ein Hochschulproblem - Bundessubventionen für Forschungsprojekte in der Schweiz . . . . .	97/98	F. ROULET, E. A. ZELLER: Über die l-Peptidasen des Tuberkelbazillus . . . . .	122

*Bücherbesprechungen - Comptes rendus des publications  
Resoconti delle pubblicazioni - Reviews*

Advances in Colloid Science (Fortschritte der Kolloidwissenschaft) edited by E. O. Kraemer, 1942. Interscience Publishers, Inc., New York (Ref. Ch. Wunderly) . . . . .	123
Eléments de calcul infinitésimal, par Adrien Grosrey (Librairie F. Rouge & Cie, Lausanne), 1945 (Ref. J. O. Fleckenstein) . . . . .	123
Réactifs pour l'analyse qualitative minérale (Wepf & Cie., Bâle), 1945 (Ref. P. Bearth) . . . . .	124

*Informationen - Informations - Informazioni - Notes*

Experientia vor (100) Jahren - L'action de secours des Hautes Ecoles suisses en faveur des Universités victimes de la guerre - Nekrologe - Zum 70. Geburtstag von C. G. Jung . . . . .	124/126
--	---------

Vol. I - Nr. 4

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

J. WEIGLE: Quelques problèmes actuels de la Physique des cristaux . . . . .	99
E. HINTZSCHE: Statistische Probleme der Kerngrößenforschung . . . . .	103
F. BLANK: Alkaloidbildung in der Pflanzenwurzel . . . . .	111

*Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires  
Comunicati provvisori - Preliminary reports*

S. SCHEIDEGGER: Magenkrebs beim Wiederkäuer . . . . .	115
A. OSTROWSKI: Über algebraische Relationen zwischen unbestimmten Integralen . . . . .	117

# HELVETICA CHIMICA ACTA

*Eigentum der Schweizerischen chemischen Gesellschaft  
Herausgegeben von einem Redaktionskomitee*

Die Helvetica chimica acta setzen sich das Ziel, die Ergebnisse der Forschungsarbeit sämtlicher in der Schweiz lebender Chemiker, sowie der im Ausland lebenden Chemiker schweizerischer Nationalität in den drei Hauptlandessprachen zu veröffentlichen.

Die Helvetica chimica acta erscheinen jährlich in 6 bis 8 Hefen und werden den ordentlichen Mitgliedern der Schweizerischen chemischen Gesellschaft kostenlos zugestellt.

Aufnahmegesuche als Mitglied sind an den Präsidenten, Prof. Dr. R. Signer, Chemisches Institut der Universität, Freiestraße 3, Bern, zu richten. Geeignete Formulare dazu sind vom Sekretär Dr. Hs. Nitschmann, ebendasselbst, zu beziehen.

Der Jahresbeitrag für ordentliche Mitglieder beträgt Fr. 25.—; die im Ausland lebenden Mitglieder haben außerdem die Portokosten für die Zusendung der Zeitschrift im Betrage von Fr. 3.— zu tragen. Alle Zahlungen sind an den Schatzmeister Direktor Dr. M. Hartmann, Ciba Aktiengesellschaft, Basel, zu richten, Postcheckkonto V 3973.

Nichtmitglieder können die Zeitschrift beim Kommissionsverleger Georg & Co., Freiestraße 10, Basel, zum Abonnementspreis von Fr. 35.— plus Porto beziehen.



## Le problème des étoiles doubles

Par G. TIERCY, Genève

1. — Ce problème est un des plus importants de l'astronomie contemporaine; il relève à la fois de la mécanique céleste et de l'astrophysique. Les solutions qu'on a pu établir constituent d'importantes contributions à la connaissance de l'univers stellaire, et sont à l'origine de plusieurs autres questions discutées par la suite.

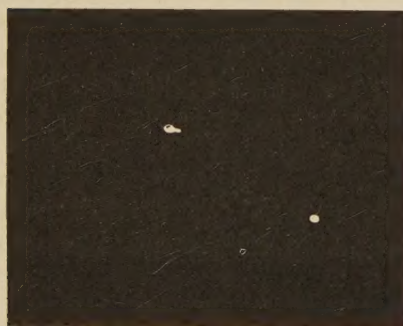


Fig. 1. Deux photographies du système «Krüger 60», prises à cinq années d'intervalle (celle du haut en 1908, celle du bas en 1913), par E. E. BARNARD à l'Observatoire de Yerkes.

De quoi s'agit-il? Le titre de cet article semble l'indiquer clairement; il est cependant nécessaire de préciser. Il est entendu qu'on parle ici de couples d'étoiles, dont les composantes sont si rapprochées l'une de l'autre, qu'elles ne sont pas séparables à l'œil nu, mais seulement à l'aide d'instruments plus ou moins puissants. Mais cette définition ne suffit pas; deux étoiles peuvent en effet paraître extrêmement voisines l'une de l'autre, simplement parce que les lignes de visée qui les joignent respectivement à l'œil de l'observateur forment un angle très petit, alors que la distance qui nous

sépare de l'une est peut-être des milliers de fois plus grande que celle nous séparant de l'autre. Dans ce cas, on dit qu'on a affaire à un *couple optique*. De tels couples sont sans grand intérêt; nous n'en parlerons plus; la suite de cet exposé indiquera suffisamment comment on les dépiste.

Il peut par contre se faire que les deux composantes d'un couple soient deux étoiles tournant l'une autour de l'autre dans un temps plus ou moins long; dans ce cas, la direction et la longueur apparente du rayon qui les joint changent d'une observation à la suivante (fig. 1).

De tels groupes d'étoiles sont appelés *couples physiques*; les deux composantes de chacun d'entre eux sont liées par la loi d'attraction newtonienne. Les premiers objets de ce genre découverts avec des lunettes sont indiqués dans le tableau suivant; ce sont des couples *visuels*.

Etoile	Année de la découverte	Auteur
Mizar (ζ Grande Ourse) . . . .	1650	J.-B. RICCIOLI
θ Orion . . . .	1656	HUYGENS
γ Bélier . . . .	1664	HOOKE
β Scorpion . . .	1678	J.-D. CASSINI
α Gémeaux . . .	1678	J.-D. CASSINI
α Croix . . . .	1685	le P. FONTENAY
α Centaure . . .	1689	le P. RICHARD
γ Vierge . . . .	1718	BRADLEY et POUND
ζ Lyre . . . .	1737	BIANCHINI
ζ Croix . . . .	1749	LA CONDAMINE
61 Cygne . . . .	1753	BRADLEY

Il peut encore arriver que les deux composantes d'un système binaire soient si rapprochées, qu'étant donnée la distance énorme qui nous sépare d'elles, elles restent indiscernables l'une de l'autre, quelle que soit la puissance de l'instrument utilisé. Nous verrons plus loin comment on découvre qu'il s'agit pourtant d'un couple physique; c'est alors une *binaire spectroscopique* ou un *couple photométrique*.

2. — Mais occupons-nous premièrement des systèmes *binaires visuels*. Nous n'en ferons pas ici l'histoire,



même abrégée; on la trouve dans plusieurs ouvrages d'astronomie<sup>1</sup>.

Nous dirons par contre quelques mots des méthodes à l'aide desquelles on peut déduire les orbites réelles des étoiles doubles, en partant des orbites apparentes révélées par les mesures micrométriques.

Remarquons tout d'abord que la distance angulaire  $\varrho$  séparant les deux composantes d'un couple physique visuel est toujours petite; elle est très souvent au plus de l'ordre de grandeur de la seconde d'arc; il arrive cependant aussi qu'elle dépasse cette valeur, et qu'elle atteigne celle de quelques secondes d'arc, et même, dans quelques cas exceptionnels, une valeur de l'ordre de la minute d'arc. Mais ces valeurs sont encore petites; et, dans tous les cas, les mesures de distance angulaire entre les deux compagnons sont délicates à faire.

Il va sans dire que la mesure de cette distance  $\varrho$  ne suffit pas; il faut encore déterminer son orientation sur le fond du ciel; on définit cette orientation en donnant l'angle de position  $\Theta$  du rayon partant de la plus brillante des deux étoiles et allant à la seconde composante du couple; la mesure de cet angle  $\Theta$ , qui peut prendre toutes les valeurs de  $0^\circ$  à  $360^\circ$ , et qui est compté à partir de la ligne joignant l'étoile principale au pôle céleste, est aussi délicate à faire que celle de la distance  $\varrho$ .

Quoi qu'il en soit de ces difficultés dans l'exécution du travail, supposons que de nombreuses mesures aient été accumulées, au cours des années, relativement à un couple physique visuel quelconque; il faut à cela beaucoup de patience; et ce n'est en général qu'au bout de quelques dizaines d'années qu'on peut songer à établir la forme et les dimensions de l'orbite tracée par l'étoile satellite autour de l'astre principal. Le problème consiste à utiliser dans cette intention la foule de renseignements apportés par tous les observateurs qui se sont intéressés à ce couple.

De nombreuses méthodes ont été proposées, depuis l'époque du célèbre mémoire publié par W. HERSCHEL en 1803. Mais remarquons ici que les données de l'observation ne peuvent pas être utilisées immédiatement et sans précaution; elles ne sont pas toujours exactes, surtout celles fournies par les observations anciennes; les nombres donnés par les mesures faites à différentes époques ne sont pas toujours suffisamment concordants; ces mesures, nous l'avons dit plus haut, sont délicates à faire; et leurs résultats sont parfois grevés d'erreurs inévitables et importantes; il faut tenir compte aussi des différences provenant des obser-

vateurs.

Le premier souci du calculateur, qui se propose de déterminer la forme de l'orbite du compagnon autour

de l'étoile principale, est alors de débarrasser autant que possible les données de ces causes de discordance. Il s'agit de «régulariser» l'ensemble des valeurs dont on dispose, soit pour la distance angulaire  $\varrho$ , soit pour l'angle de position  $\Theta$ . Cette première opération se fait graphiquement, de la manière suivante (fig. 2).

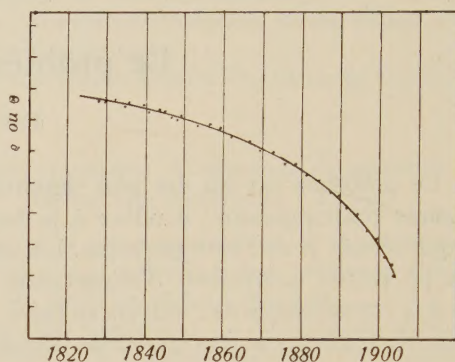


Fig. 2. Type de courbe «régularisant» l'ensemble des valeurs d'une coordonnée d'observation.

On prend comme abscisses les dates respectives des observations, et comme ordonnées les valeurs fournies par les mesures. On obtient ainsi une série de points représentatifs. Si les observations étaient rigoureusement exactes, ces points seraient disposés le long d'une courbe régulière, représentant la loi de variation, soit de  $\varrho$ , soit de  $\Theta$ , loi commandée par celles du mouvement elliptique du compagnon.

En réalité, la ligne qui joint les points marqués est irrégulière et polygonale. On la remplace alors par une ligne régulière, tracée au jugé et le mieux possible, de façon que les points initiaux soient répartis convenablement de part et d'autre de cette ligne et qu'ils en soient à la moindre distance. Cette courbe régulière représente la loi de variation de l'élément considéré,  $\varrho$  ou  $\Theta$ , en fonction du temps. Il sera possible de l'utiliser pour faire des interpolations. Ce sont ces données transformées, «régularisées», qui sont ensuite employées pour déterminer l'orbite du compagnon autour de l'étoile principale.

La première solution de ce problème de détermination d'orbite date de 1825; elle est due à F. SAVARY<sup>1</sup>, et concerne l'orbite de la binaire  $\zeta$  Grande Ourse; elle est restée célèbre, parce que l'auteur y montra pour la première fois que la gravitation newtonienne s'applique à ces systèmes binaires aussi bien qu'au système solaire. Ce n'était pas une démonstration, c'est entendu; celle-ci n'est venue que plus tard, à la fin du siècle, avec les mathématiciens JOSEPH BERTRAND, G. DARBOUX et HALPHEN; mais le calcul de SAVARY marque cependant une date importante dans l'histoire des binaires visuelles.

A la méthode de SAVARY vint s'ajouter, en 1832, la méthode d'ENCKE; puis, en 1833, celle proposée par

<sup>1</sup> *Handbuch der Astrophysik*, Band VI (1928); chap. IV: Double and multiple Stars, by F. C. HENROTEAU, Ottawa; CH. ANDRÉ, *Traité d'astronomie stellaire*, vol. II; Paris (1900); G. ARMELLINI, *Astronomia siderale*, vol. II; Bologna (1931); T. J. J. SEE, *Researches on the evolution of the stellar systems*, Lynn (1896).

<sup>1</sup> *Connaissance des Temps* pour (1830).



JOHN HERSCHEL. Cette dernière méthode, plus com-  
mode et plus féconde que ses deux devancières, con-  
siste essentiellement à déterminer tout d'abord, au  
moyen des valeurs de  $\varrho$  et  $\Theta$  régularisées, l'orbite  
*apparente* de l'étoile compagnon, c'est-à-dire la pro-  
jection de l'orbite vraie sur le plan normal à la ligne  
de visée (plan tangent à la sphère céleste); la seconde  
partie du calcul fait connaître l'*orbite vraie*.

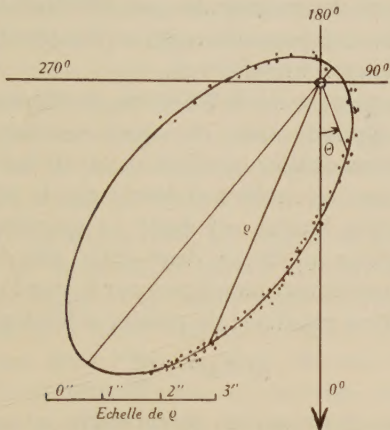


Fig. 3. Orbite apparente du compagnon de  $\gamma$  Vierge.

Ce dispositif général de calcul a été par la suite  
adopté par tous les astronomes qui se sont attachés  
à cette question des binaires visuelles. Il est sorti de  
ces études toute une série de méthodes, comme celle  
de KOWALSKY<sup>1</sup> (1873), celle de ZWIERS<sup>2</sup> (1896), celle de  
HELLERICH<sup>3</sup> (1925), ou celle de HENROTEAU-STEWART<sup>4</sup>  
(1925). A titre d'exemple, nous donnons ci-joint  
(fig. 3) l'orbite apparente de l'étoile double  $\gamma$  Vierge,  
dont l'excentricité, égale à 0,8974, est la plus forte de  
celles de tous les groupes binaires actuellement connus.

Les points ont été marqués en portant les valeurs de  
 $\varrho$  en rayon vecteur, et celles de  $\Theta$  en angle polaire.

Là encore, si les données  $\varrho$  et  $\Theta$  tirées des graphiques  
régularisateurs, dont il a été question plus haut,  
étaient rigoureusement exactes, les points marqués sur  
la figure 3 seraient disposés sur une courbe régulière;  
ce n'est pas le cas; la ligne qui joint ces points, dont  
chacun est censé représenter la position du compagnon  
à une date déterminée, est une ligne irrégulière et  
ondulée, alors qu'elle devrait être une ellipse. La dis-  
position des points montre que l'ellipse cherchée sera  
dessinée au mieux de l'estimation, en passant au mi-  
lieu du ruban rempli par les points représentatifs, et  
telle qu'elle soit à la moindre distance de chacun de ces  
points. C'est, en somme, à une seconde régularisation  
que l'on procède ainsi.

Le tracé de cette ellipse apparente doit être fait avec  
beaucoup de soin; car il constitue la base de tout le  
calcul qui suit.

<sup>1</sup> KOWALSKY, *Procès-verbaux de l'Université impériale de Kasan* (1873).  
<sup>2</sup> ZWIERS, *Astronomische Nachrichten*, Nr. 3336 (1896).  
<sup>3</sup> HELLERICH, *Astronomische Nachrichten*, Nr. 5348 (1925).  
<sup>4</sup> HENROTEAU-STEWART, *Popular Astronomy* (1925).

Il faut alors déterminer les éléments de cette ellipse :  
demi-grand axe, orientation du grand axe, excentricité,  
vitesse angulaire apparente maximum et minimum du  
compagnon. Pour cela on peut procéder graphique-  
ment, comme le faisait JOHN HERSCHEL, ou analy-  
tiquement, suivant un dispositif de calcul proposé par  
GLASENAPP<sup>1</sup> et appliqué par T. J. J. SEE<sup>2</sup> en 1892 pour  
obtenir les éléments de l'ellipse du compagnon de  
l'étoile  $\gamma$  Vierge. Il y a plusieurs manières de faire ce  
calcul<sup>3</sup>.

Ajoutons que cette orbite apparente est caractérisée  
par deux faits essentiels, que l'observation établit sans  
difficulté :

- 1° Le mouvement du compagnon sur cette orbite au-  
tour de l'étoile principale obéit à la loi des aires;
- 2° L'étoile principale occupe, à l'intérieur de cette  
ellipse, une position quelconque distincte du centre.

Ces deux remarques sont fondamentales pour la  
suite; elles sont d'autre part intervenues dans la dé-  
monstration de DARBOUX et HALPHEN, dont il a été  
question plus haut.

L'orbite apparente une fois déterminée, il s'agit d'a-  
border la seconde partie du calcul, qui conduit à la con-  
naissance de l'orbite réelle de l'étoile satellite autour  
de la principale.

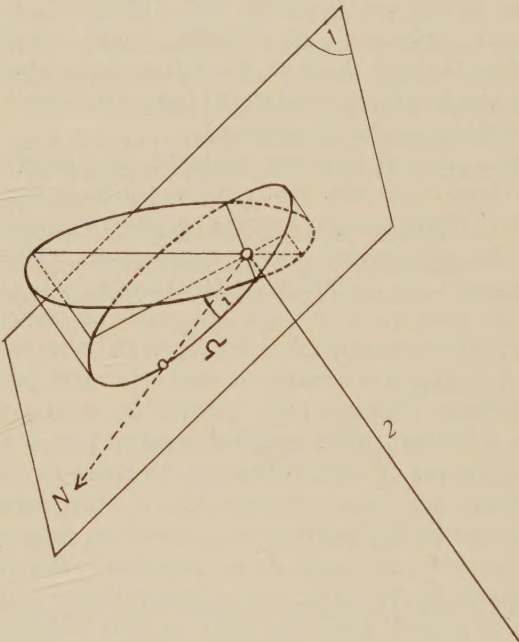


Fig. 4. 1, plan normal à la ligne de visée; 2, ligne de visée; N, direction  
du nord;  $\Omega$ , angle de position du nœud de l'orbite réelle;  $i$ , angle  
d'inclinaison du plan de l'orbite.

La première de ces deux orbites est la projection de  
la seconde sur un plan normal à la ligne de visée  
(fig. 4). Les points de la première sont les projections  
sur ce plan (plan tangent à la sphère céleste) des po-

<sup>1</sup> S. GLASENAPP, *Monthly Notices of the R.A.S.*, vol. 49.  
<sup>2</sup> T. J. J. SEE, loc. cit.  
<sup>3</sup> Voir AITKEN, *The binary Stars*, New York (1918).



sitions réelles dans l'espace de l'étoile satellite par rapport à la principale.

Le but à atteindre est de déduire ces positions vraies du compagnon aux instants correspondants, et de trouver la forme et les dimensions de l'orbite réelle parcourue par ce dernier. Cette orbite réelle est tracée dans un plan oblique par rapport au plan normal à la ligne de visée.

La situation de ce plan du mouvement réel, l'orientation, la forme et les dimensions de la courbe, les positions successives du mobile sur cette orbite aux dates voulues, sont déterminées par un certain nombre d'éléments, géométriques ou dynamiques, dont il s'agit de calculer les valeurs numériques dans chaque cas particulier de binaire visuelle.

Les éléments géométriques nécessaires sont:

l'inclinaison  $i$  du plan de l'orbite cherchée sur le plan de l'orbite apparente; la longitude  $\Omega$  du nœud, c'est-à-dire l'angle de position, compté à partir de la direction nord, de la ligne d'intersection du plan de l'orbite réelle avec le plan tangent à la sphère; l'excentricité  $e$  de l'ellipse; l'angle  $\omega$  que fait, dans le plan de l'orbite, la ligne du périastre avec celle des nœuds, angle compté de  $0^\circ$  à  $360^\circ$  du nœud vers le périastre dans le même sens que les anomalies.

Les éléments dynamiques sont: l'époque  $t_0$  du passage du compagnon au périastre, temps compté en années; la durée  $P$  de la révolution du compagnon, ainsi que le sens du mouvement (sens dans lequel augmentent les angles de position).

On a proposé plusieurs méthodes pour déterminer ces éléments; les unes sont analytiques, les autres procèdent graphiquement. Les plus employées aujourd'hui par les astronomes sont probablement celles de KOWALSKY, de ZWIERS et de HELLERICH, déjà citées.

C'est ainsi que l'on a pu déterminer les caractéristiques d'un certain nombre de couples stellaires visuels.

Les orbites *bien connues* ne sont cependant pas très nombreuses (environ 140), quoique les catalogues et listes d'étoiles doubles visuelles signalent plus de treize mille groupes de cette catégorie<sup>1</sup>. La chose s'explique aisément: une bonne détermination d'orbite demande l'observation des positions successives du compagnon sur la moitié au moins de sa trajectoire relative; or les durées de révolution sont en général assez longues; on n'en connaît guère que deux ou trois inférieures à dix ans, et une quarantaine inférieures à cinquante ans; les autres périodes, dont le calcul a pu être fait, dépassent souvent cent ou deux cents ans, et plusieurs sont supérieures à quatre cents ans.

Ajoutons que, si l'on connaît la parallaxe d'une binaire, c'est-à-dire sa distance au Soleil, il est possible de calculer les dimensions des orbites en kilomètres.

Comme on le constate par ces quelques indications générales, il y a encore beaucoup à faire dans ce domaine des binaires visuelles.

Mais il va sans dire que le tracé de l'orbite du satellite n'est pas le seul problème qui se soit posé à propos des groupes physiques visuels.

On s'est occupé des éclats relatifs des deux composantes; et l'on a pu établir que les couples où les composantes ont des magnitudes peu différentes sont aussi ceux où les composantes sont le plus proches l'une de l'autre (distance angulaire  $\varrho$ ).

D'autre part, la loi de NEWTON, dont nous avons dit qu'elle s'applique aussi bien aux systèmes stellaires qu'au système solaire, conduit au calcul des masses des composantes; on montre aisément que la masse totale d'un système binaire est égale au quotient du cube de la longueur ( $a$ ) de son demi-grand axe d'orbite exprimé en unités astronomiques par le carré de la durée de révolution exprimée en années sidérales:

$$M + M' = \frac{a^3}{P^2}.$$

Et si les observations, méridiennes ou autres, permettent de déterminer les mouvements absolus des composantes autour du centre de gravité du système, c'est-à-dire des mouvement effectués sur deux ellipses semblables, dont les dimensions sont inversement proportionnelles aux masses des deux étoiles, on connaîtra le rapport des deux masses:

$$\frac{M'}{M} = n.$$

Ces deux égalités permettent de calculer les masses individuelles  $M$  et  $M'$ .

Dans le dernier quart du XIX<sup>e</sup> siècle, on a eu l'idée d'utiliser les mesures de *vitesse radiale orbitale* du compagnon (formule de DOPPLER-FIZEAU) pour calculer ensuite les dimensions linéaires réelles de l'orbite de celui-ci<sup>1</sup>, ainsi que la parallaxe du couple et sa distance au système solaire. Cette méthode spectrographique a été appliquée pour la première fois de 1896 à 1898 par A. BELOPOLSKY à l'Observatoire de Poulkovo<sup>2</sup>, à deux systèmes binaires à très longue période, ceux de  $\gamma$  *Vierge* et de  $\gamma$  *Lion*.

En outre, la combinaison des mesures photométriques et des mesures spectroscopiques peut, dans certains cas tout au moins, faire connaître la valeur des *diamètres* des deux composantes. C'est le cas, par exemple, de l'étoile double *Algol*, dont nous parlerons plus loin. Connaissant alors le diamètre et la masse de chacune des composantes d'un couple, on en déduira les *densités* moyennes de celles-ci.

Toutes les recherches et tous les calculs que nous venons d'évoquer semblent autoriser la conclusion suivante:

<sup>1</sup> JOHN HERSCHEL, *A Catalogue of 10300 multiple and double Stars*; *Memoirs of the Royal Astronomical Society* (1874). — BURNHAM, *A general Catalogue of double Stars*, published by the *Carnegie Institution of Washington* (1906); etc.

<sup>1</sup> C. NIVEN, *Monthly Notices of R.A.S.* (1874); C. PICKERING, *Proceedings of the American Academy of Arts and Science* (1880); T. SEE, *Astronomische Nachrichten*, Nr. 3314 (1896).

<sup>2</sup> *Astronomische Nachrichten*, Nr. 3510 (1898).



Les étoiles qui composent les systèmes doubles visuels ne diffèrent pas beaucoup, ni du Soleil ni des étoiles simples, par leur dimensions et leurs masses.

3. — Considérons ici un cas particulier du problème des binaires visuelles, signalé dès le milieu du siècle dernier, et qu'on a désigné sous le nom d'*Astronomie de l'Invisible*.

Imaginons que dans un système binaire, l'une des composantes soit obscure; ou, plus exactement, qu'elle soit si faible d'éclat comparativement à l'autre étoile, que l'observateur n'aperçoive que cette dernière. Dans ce cas, le couple apparaît à l'observateur comme une étoile optiquement simple. Pourtant, l'étude attentive de la position de cette étoile en apparence simple va révéler qu'il s'agit en réalité d'un système binaire.

En effet, qu'arrive-t-il? Le centre de gravité du système a un mouvement propre invariable, c'est-à-dire qu'il se déplace d'un mouvement uniforme sur le grand cercle de la sphère céleste contenant la direction de sa vitesse dans l'espace. Mais chacune des composantes de ce système aura, au contraire, un mouvement propre accéléré, puisqu'il sera la résultante du mouvement uniforme du centre de gravité du système et du mouvement orbital de la composante autour de ce centre; or ces mouvements orbitaux sont elliptiques. Si donc l'une des composantes est obscure, le mouvement propre de l'étoile brillante apparemment simple ne sera pas uniforme. Le caractère d'étoile double sera donc révélé par l'étude du mouvement propre de la composante visible.

C'est ainsi que l'illustre astronome BESSEL, après une étude longue et minutieuse du mouvement propre de *Sirius* et de *Procyon*, conclut en 1844 à la duplicité de ces deux belles étoiles; pour chacune d'elles il annonça l'existence d'un compagnon obscur et donna aussi l'indication approchée de la position de celui-ci. Ce fut là, à n'en pas douter, l'un des plus beaux travaux de BESSEL<sup>1</sup>. Il a donné naissance à l'*Astronomie de l'Invisible*.

Cette conclusion de BESSEL rencontra tout d'abord des objections; elles provoqua une longue discussion, jusqu'au moment où, le 31 janvier 1862, les frères CLARK, opticiens à Boston, essayant l'objectif de 0<sup>m</sup>,46 qu'ils venaient de tailler pour l'Université du Mississippi, découvrirent dans le voisinage immédiat de *Sirius*, un compagnon très faible de 10<sup>e</sup> magnitude environ; et la position qu'occupait alors ce compagnon « presque obscur » était à peu près celle prévue par les calculs, voisine de l'apoastré.

On put alors terminer l'étude de la binaire visuelle *Sirius*, calculant la masse des composantes<sup>2</sup> (*Sirius* 2,20; le compagnon 1,04) ainsi que les dimensions de l'orbite relative à ce dernier.

Il en fut de même de l'étoile *Procyon*; la conclusion de BESSEL fut d'abord critiquée; et la discussion prit fin avec la découverte par J. SCHAEFERLE, le 14 novembre 1896 à l'Observatoire de Lick, d'un très faible compagnon de 13<sup>e</sup> magnitude, dans une position assez voisine de celle indiquée par les calculs. Depuis cette date, ce compagnon a été observé à plusieurs reprises. On a pu calculer aussi les éléments de son orbite, ainsi que les masses des deux étoiles (*Procyon* 5,1; le compagnon 1).

Des conclusions analogues ont été données par la suite pour d'autres étoiles; c'est le cas de la composante C du système ternaire  $\zeta$  *Ecrevisse*, du système de  $\rho$  *Ophiuchus*, de  $\zeta$  *Grande Ourse*, de  $\zeta$  et  $\mu$  *Hercule*, d'autres encore.

On n'a cependant pas eu le bonheur, jusqu'ici, d'apercevoir les compagnons de ces derniers systèmes, comme ce fut le cas pour *Sirius* et *Procyon*. Par contre, des mesures spectrographiques pourraient apporter la preuve définitive de l'existence de ces compagnons obscurs.

Il est d'ailleurs bien évident que cette *Astronomie de l'Invisible* pose de graves questions de l'ordre de la physique.

Il est par contre un point acquis: c'est que le nombre des étoiles doubles paraît devoir être plus grand qu'on ne l'imaginait tout d'abord. On va bien le voir en abordant la question des *binaires spectroscopiques et photométriques*, question à l'ordre du jour depuis 1890.

4. — Qu'on imagine un couple physique très serré, si serré qu'il soit impossible de séparer visuellement les deux composantes, quelle que soit la puissance de l'instrument d'observation.

Comment les choses vont-elles se passer?

Si aucune indication autre que les mesures micrométriques de position ne peut être envisagée, l'observa-

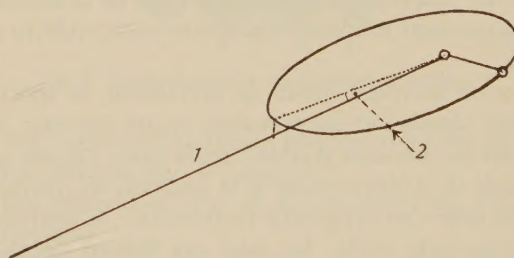


Fig. 5. 1, ligne de visée; 2, angle de celle-ci avec le plan de l'orbite.

teur n'apprendra rien, et il continuera à considérer cette étoile comme une étoile simple; tel sera par exemple le cas, si le plan des orbites des composantes est normal à la ligne de visée.

Considérons par contre le cas où la ligne de visée est contenue dans le plan orbital, ou tout au moins ne fait qu'un angle modeste avec ce plan (fig. 5). Il est alors possible d'obtenir de nouveaux renseignements expérimentaux, soit spectrographiques soit photométriques.

<sup>1</sup> BESSEL, Über Veränderlichkeit der eigenen Bewegung der Fixsterne, *Astronomische Nachrichten* (1844).

<sup>2</sup> En prenant la masse de Soleil comme unité.



Occupons-nous tout d'abord des observations *spectrographiques*. Des renseignements de cet ordre ont été donnés pour la première fois par C. PICKERING en 1890<sup>1</sup>. En bref, les spectres de ces étoiles montrent d'une façon évidente, un doublement périodique des raies (fig. 6). Il est facile de comprendre que ce phénomène dévoile la présence d'un système double, trop

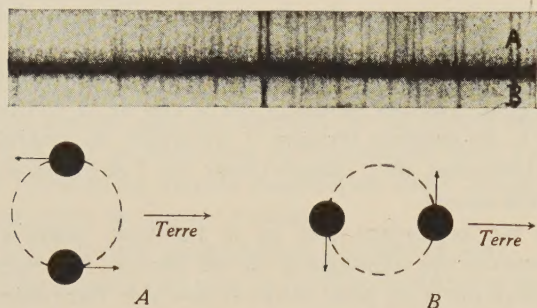


Fig. 6. Deux spectres de l'étoile double *Mizar*, correspondant aux situations A et B. Photographies prises à l'Observatoire du mont Wilson.

serré pour pouvoir être séparé par les procédés ordinaires d'observation, mais dont la nature est trahie par la loi spectrale de DOPPLER-FIZEAU. Voici en effet ce qui arrive:

Lorsque les étoiles se trouvent en conjonction (cas B de la fig. 6), toutes deux se meuvent normalement à la ligne de visée; à ce moment, leurs spectres respectifs se superposent; et l'observateur a l'impression d'examiner le spectre d'une étoile simple.

Mais après un quart de révolution (cas A de la fig. 6), lorsque les étoiles sont à leur plus grande élongation, l'une d'elles s'approche de l'observateur, tandis que l'autre s'en éloigne; en vertu de la loi de DOPPLER-FIZEAU, les lignes du spectre de la première étoile sont déplacées légèrement en direction de l'extrémité rouge du spectre; alors que les raies spectrales de la seconde composante sont décalées vers l'extrémité violette de celui-ci.

Après un nouveau quart de révolution, le spectre redevient simple; et au troisième quart de tour, les raies sont de nouveau doubles; mais alors, l'étoile qui s'éloignait de l'observateur à la position du premier quart de tour s'en rapproche maintenant; le contraire pour la seconde étoile; les raies qui étaient décalées vers l'extrémité rouge lors de la première position d'élongation maximum sont maintenant décalées vers l'extrémité violette du spectre et vice versa. Les raies des deux spectres se comportent donc comme les dents de deux peignes que l'on ferait glisser un peu l'un derrière l'autre, alternativement dans un sens et dans l'autre.

Telles sont les apparences qu'ont présentées à PICKERING les spectres des étoiles  $\zeta$  *Grande Ourse* et  $\beta$  *Cocher*, la période du phénomène étant de 52 jours

<sup>1</sup> C. PICKERING, A new class of binary stars. *Monthly Notices of the R.A.S.* (1890).

pour la première de ces étoiles et de 4 jours pour la seconde.

Depuis lors, les astronomes ont fait de nombreuses recherches dans ce nouveau domaine; et l'on a dressé des listes d'étoiles doubles spectroscopiques. Les plus connus de ces catalogues sont ceux de CAMPBELL<sup>1</sup> et de MOORE<sup>2</sup>.

Il va sans dire que l'on a cherché à déterminer, pour les couples de cette nouvelle classe, l'orbite du compagnon autour de l'étoile principale, comme on l'a fait pour un certain nombre d'étoiles doubles visuelle. On y est arrivé, au moins partiellement, dans de nombreux cas; et le catalogue de MOORE contient les éléments orbitaux de plus d'un millier de binaires spectroscopiques. Ces dernières présentent des périodes très différentes les unes des autres; et cette durée de la période est un caractère dont on peut se servir en même temps que des caractères spectraux des composantes, pour classer les étoiles de cette famille. On peut distinguer les catégories suivantes:

1° Les binaires à composantes naines, dont les types spectraux appartiennent aux dernières classes de la suite principale de la classification des spectres<sup>3</sup> (de G à M), et dont la période, généralement longue, peut atteindre plusieurs mois et même plusieurs années. Cependant, quelques couples de cette catégorie présentent des périodes plus courtes; on en trouve d'une vingtaine de jours; l'une s'abaisse même à quatre jours et quart.

2° Les couples à composantes naines, dont les types spectraux appartiennent aux premières classes de l'échelle spectrale (de O à F), et qu'on peut répartir en deux groupes: ceux à longue période et ceux à courte période. Les courtes périodes sont celles de quelques jours ou d'une fraction de jour.

Le calcul conduisant à la connaissance des éléments de l'orbite du compagnon utilise les données fournies par l'analyse des spectres, notamment la période P exprimée en jours moyens et les courbes de variation de la vitesse radiale. Il est parfois possible de joindre à ces données spectrographiques des renseignements photométriques.

Comme pour les binaires visuelles, on a proposé toute une série de méthodes pour déduire de ces données expérimentales les éléments des orbites des composantes; les plus employées sont celles de LEHMANN-FILHÈS<sup>4</sup>, de RUSSELL<sup>5</sup>, de HENROTEAU<sup>6</sup>, de SCHLESINGER<sup>7</sup>. Bornons-nous à signaler que les éléments les plus difficiles à déterminer sont l'inclinaison du plan

<sup>1</sup> *Lick Bulletin* 6 (1910).

<sup>2</sup> *Lick Bulletin* 11 (1924).

<sup>3</sup> La suite principale de la classification des spectres stellaires comprend les classes désignées par les lettres O, B, A, F, G, K, M; les premières classes comprennent des étoiles très chaudes.

<sup>4</sup> *Astronomische Nachrichten*, Nr. 3242 (1895).

<sup>5</sup> *Astrophysical Journal* (1902 et 1914).

<sup>6</sup> *Publ. of the Astronomical Society of the Pacific* (1917).

<sup>7</sup> *Publ. of the Allegheny Observatory* (1910).



orbital sur la ligne de visée, les dimensions des orbites et les masses des composantes.

Il convient de mettre ici en évidence un cas qui se présente souvent; celui où la luminosité de l'une des composantes est beaucoup plus faible que celle de l'autre. Il arrive alors que les spectrophotographies ne montrent que les raies spectrales de la plus brillante des deux étoiles, l'intensité du flux lumineux venant de la seconde étant trop faible pour impressionner la plaque. L'étoile faible se comporte comme un compagnon obscur. Dans ce cas, les raies du spectre ne se dédoublent jamais; mais l'analyse des photographies montre que les raies dues à l'étoile principale sont alternativement décalées vers l'extrémité rouge et vers l'extrémité violette du spectre; la loi de DOPPLER-FIZEAU permet alors de trouver la courbe des vitesses radiales de l'étoile principale. Le calcul fournit ensuite une partie des éléments de l'orbite de celle-ci; mais il va sans dire qu'on ne sait pas grand'chose du compagnon obscur.

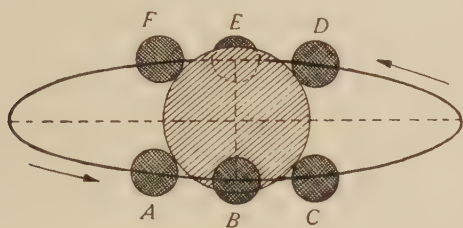


Fig. 7. Système à éclipses partielles.

Il faut remarquer que le cas d'une binaire spectroscopique à compagnon obscur ne se présente pas de la même manière que le cas correspondant d'une binaire visuelle; pour une binaire visuelle, on observe et on mesure les changements de position de l'étoile principale visible; pour une binaire spectroscopique on enregistre les décalages des raies spectrales de la composante brillante. Les conditions sont donc différentes; les calculs ne sont pas comparables. Il est cependant permis de considérer une binaire spectroscopique à compagnon obscur comme rattachée à ce qu'on a appelé l'*Astronomie de l'Invisible*.

Nous rencontrerons encore quelque chose d'analogue dans l'étude des *étoiles doubles photométriques*, dont nous allons maintenant nous occuper. On les appelle aussi *binaires à éclipses*; elles constituent un groupe particulier parmi les binaires spectroscopiques; les composantes sont inséparables l'une de l'autre visuellement; mais l'éclipse partielle ou totale de l'une des composantes par l'autre entraîne des variations apparentes de l'éclat du couple; et c'est par des mesures d'éclat qu'on a découvert l'existence de cette catégorie de couples physiques; d'où le nom de binaires photométriques. Les plus connues de ces étoiles doubles sont *Algol* ( $\beta$  Persée),  $\square$  *Céphée* et  $\beta$  *Lyre*; elles caractérisent trois types que nous allons rapidement présenter:

a) Les binaires du type d'*Algol* sont des étoiles à *éclipses partielles*. La ligne de visée fait, avec le plan orbital, un angle assez petit pour qu'à chaque révolution l'une des étoiles éclipe partiellement l'autre, comme l'indique la figure 7.

Le résultat est une variation lumineuse dite *discontinue*; et la *courbe de lumière* traduisant cette variation présente l'allure indiquée par la figure 7<sup>bis</sup>.

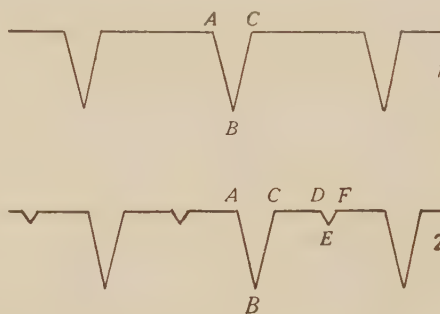


Fig. 7bis. Courbe de lumière d'un système à éclipses partielles; 1, cas d'un compagnon obscur; 2, cas d'un compagnon lumineux. Les lettres A, B, C, D, E, F correspondent aux positions de même désignation sur la figure 7.

Les périodes connues varient d'une fraction de jour à un nombre de jours qui, en général, ne dépassent pas 20.

b) Les binaires du type de  $\square$  *Céphée* sont des étoiles à *éclipses totales ou annulaires*. L'angle fait par la ligne de visée avec le plan orbital est très petit; de sorte qu'à chaque révolution, la composante ayant le plus petit diamètre est complètement éclipsée par la composante la plus grande (fig. 8). La courbe de lumière, tradui-

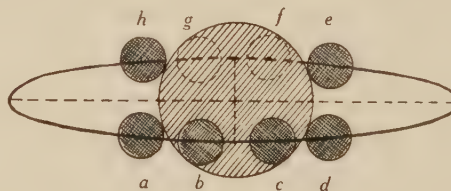


Fig. 8. Système à éclipses annulaires et totales.

sant une variation lumineuse «discontinue» encore, est du type indiqué par la figure 8<sup>bis</sup>.

c) Les binaires du type de  $\beta$  *Lyre* sont dites à *variation continue*.

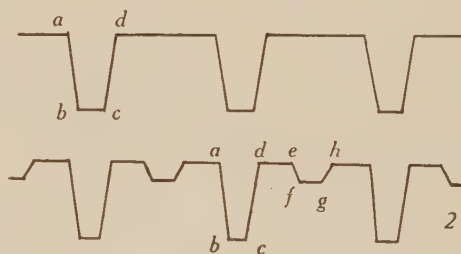


Fig. 8bis. Courbe de lumière d'un système à éclipses annulaires et totales; 1, cas d'un compagnon obscur; 2, cas d'un compagnon lumineux. Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h correspondent aux positions de même désignation sur la figure 8.



Leur courbe de lumière a l'allure indiquée par la figure 9.

La première démonstration qu'une telle courbe indique un système binaire a été donnée en 1891 par E. PICKERING<sup>1</sup> sur  $\beta$  Lyre, au moyen de la méthode spectrographique; le déplacement oscillatoire des lignes brillantes du spectre de  $\beta$  Lyre ayant exactement la même période que la variation lumineuse.

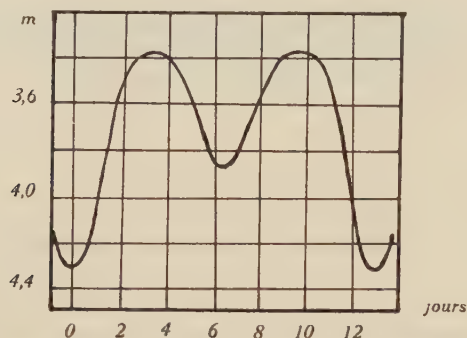


Fig. 9. Courbe de lumière du système de  $\beta$  Lyre.

L'ensemble des observations met hors de doute qu'il se produit ici des éclipses partielles ou totales quand les deux astres se trouvent sur la direction de la ligne de visée.

Les périodes sont parfois d'une fraction de jour (0j,24 pour *RW Chevelure de Bérénice*) et peuvent monter jusqu'à plusieurs jours (13 j dans le cas de  $\beta$  Lyre; en général moins de 20).

Les deux composantes sont alors de grandes dimensions comparativement au diamètre de l'orbite relative, comme il est montré dans la figure 9<sup>bis</sup>.

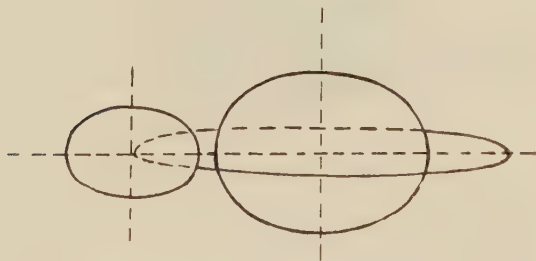


Fig. 9<sup>bis</sup>. Système du type de  $\beta$  Lyre.

Il peut arriver, comme pour *W Grande Ourse*, que les deux composantes soient de dimensions égales et de même magnitude; dans ce cas, les maximums primaires et secondaires de la courbe de lumière sont équivalents entre eux, et cette courbe devient très régulière, présentant alors l'allure d'une sinusoïde.

Comme pour les binaires visuelles et les couples spectroscopiques ordinaires, on a cherché à déterminer certains des éléments orbitaux des étoiles doubles à éclipses. Si l'on prétend n'utiliser que les renseignements photométriques, le problème est compliqué.

<sup>1</sup> *Astronomische Nachrichten*, Nr. 3051 (1891).

On a cependant proposé quelques méthodes; par exemple celles de A.W. ROBERTS<sup>1</sup>, de H. N. RUSSELL<sup>2</sup>, de H. N. RUSSELL et H. SHAPLEY<sup>3</sup>, et de B. W. SITTERLY<sup>4</sup>. La dernière est une méthode graphique; la solution la plus complète est celle de RUSSELL et SHAPLEY. Les éléments que l'on peut ainsi déterminer à l'aide des seules observations photométriques, à condition que celles-ci soient extrêmement bien faites, sont les suivants:

1° l'excentricité  $e$  de l'orbite du satellite autour de l'étoile principale; l'inclinaison  $i$  du plan orbital; l'orientation  $\omega$  de l'axe du périastre; la période  $P$ ; l'époque  $T$  du passage au périastre;

2° le rapport entre les demi-axes polaires, et le rapport entre les demi-axes équatoriaux des deux astres, ceux-ci étant supposés être des ellipsoïdes de révolution;

3° le rapport entre l'éclat de surface des deux composantes.

Il est remarquable qu'il soit aussi possible de déterminer la densité moyenne du système, quoiqu'on ne puisse pas en calculer la masse.

Il va sans dire que la recherche des éléments orbitaux pourra être poussée beaucoup plus loin, si les données photométriques sont complétées par des observations spectrales. Dans ce cas, l'étoile double est à la fois photométrique et spectroscopique; on dit qu'elle est *spectrophotométrique*; c'est une binaire *spectroscopique à éclipses* (par exemple: *Algol*).

Et lorsque, par surcroît, on connaît la parallaxe et la distance au Soleil (ce qui, malheureusement, n'est pas fréquent pour les étoiles de cette catégorie), on a tous les éléments pour calculer complètement le système.

Il peut aussi arriver qu'une étoile double spectroscopique soit, en même temps, séparable à l'instrument; c'est alors un système *spectrovisuel* (par exemple: *Capella*, dont le caractère de binaire fut découvert par la spectrographie).

Il arrive encore que, dans certains couples visuels orbitaux, l'étoile principale elle-même, et parfois aussi la seconde composante, soit une binaire spectroscopique. Le groupe est alors triple ou quadruple; de tels cas, sans être très nombreux, ne sont cependant pas rares; on connaît même des groupes visuels sextuples. Il va sans dire que de tels systèmes multiples posent des problèmes de mécanique analogues à ceux qui concernent les orbites des planètes et des satellites dans le système solaire.

5. — L'exposé du N° 4 montre que la photométrie et la spectrographie jouent aujourd'hui, dans l'étude des étoiles doubles, un rôle comparable à celui de l'observation des positions micrométriques; et l'on peut

<sup>1</sup> *Monthly Notices* (1906).

<sup>2</sup> *Astrophysical Journal* (1911 et 1912).

<sup>3</sup> *Astrophysical Journal* (1912).

<sup>4</sup> *Contributions Princeton University Observatory* (1930).



constater que les résultats obtenus jusqu'ici, dans l'étude individuelle de ces systèmes, sont remarquables. C'est déjà beaucoup. Mais ce n'est pas tout. La question des binaires est plus importante qu'on ne l'imagine au premier abord; elle intervient dans les théories modernes de l'astrophysique. Voici comment:

Le calcul des éléments de nombreux systèmes binaires, pris individuellement, a fait connaître la masse de ces systèmes, et souvent la masse de chacune des composantes (on exprime ces masses en prenant celle du Soleil comme unité). Ces masses diffèrent d'étoile à étoile. On a supposé au début que ces différences dépendaient des classes spectrales des astres considérés; mais on a reconnu par la suite qu'elles dépendent presque entièrement de ce qu'on appelle les *magnitudes absolues* des étoiles, c'est-à-dire les magnitudes qu'auraient ces dernières si elles étaient toutes situées à une même distance de dix «parsecs» à partir du Soleil. Ces magnitudes absolues peuvent être calculées de diverses manières, suivant les cas envisagés. On s'est alors avisé de construire un graphique, sur lequel on a porté les magnitudes absolues des étoiles comme abscisses et les masses (ou plutôt les logarithmes des masses) comme ordonnées. Et l'on a constaté que les points ainsi marqués sont tous placés au voisinage immédiat d'une courbe simple, qu'il est facile de tracer, et que nous reproduisons dans la figure 10.

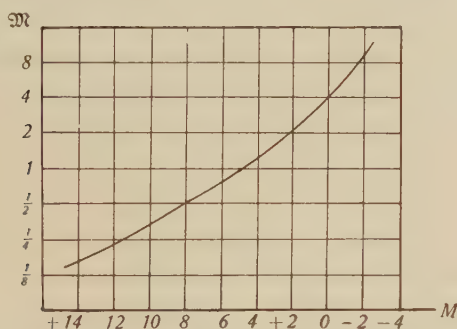


Fig. 10. Courbe «Masse-Luminosité».  $M$  = magnitude absolue;  $\mathfrak{M}$  = logarithme de la masse.

On l'appelle la courbe «Masse-Luminosité». Elle traduit une relation remarquable entre la masse et la magnitude absolue d'une étoile, relation qui fut plus tard expliquée théoriquement par A. S. EDDINGTON<sup>1</sup>.

Cette relation étant admise, on voit bien de bénéfice qu'on peut en tirer; il suffit d'avoir trouvé préalablement la magnitude absolue d'une étoile quelconque pour déduire de la courbe «Masse-Luminosité» la valeur, au moins approchée, de la masse de l'astre. Et l'on devine aisément l'importance de ce renseignement pour la cosmogonie et pour la théorie de l'évolution des corps stellaires.

Il semble utile aussi de rappeler comment la question des étoiles doubles à éclipses a été mise en jeu dans les

discussions relatives aux interprétations des fameuses équations de LORENTZ.

L'une de ces interprétations, la première après les essais de POINCARÉ<sup>1</sup>, est due à EINSTEIN; elle admet le postulat, suivant lequel la propagation de la lumière serait toujours isotrope; et l'on sait que cette hypothèse, qui complique les choses, a conduit à des difficultés et contradictions logiques<sup>2</sup>.

Il est d'autres interprétations, comme celle de H. VARCOLLIER<sup>3</sup>, ou celle de P. DIVE<sup>4</sup>, qui abandonnent l'hypothèse de la constance absolue de la vitesse de la lumière émise par une source en mouvement, et par conséquent l'idée d'une déformation de l'Espace et du Temps, mais adoptent l'hypothèse de la déformation des ondes. Ces dernières théories attribuent à l'onde émise une forme ellipsoïdale, comme POINCARÉ le suggérait déjà en 1905, afin de se passer de «cette extraordinaire contraction de tous les corps»; elles restent dans l'espace classique et conservent le temps astronomique universel. La considération d'une onde ellipsoïdale permet d'établir facilement les formules fondamentales de la relativité restreinte, ainsi que celles de la relativité dite générale.

C'est ici que les binaires à éclipses sont mises à contribution. On a souvent prétendu pouvoir tirer du résultat des observations de ces étoiles la conclusion que la vitesse de propagation de la lumière était indépendante du mouvement de la source, comme le veut l'hypothèse einsteinienne. Nous pensons que cette conclusion est injustifiée<sup>5</sup>. Les théories utilisant des onduations ellipsoïdales conduisent aux mêmes formules finales que l'interprétation einsteinienne, ou à des formules presque identiques; de telle sorte que toutes ces théories, y compris celle d'EINSTEIN, rendent compte numériquement des phénomènes connus avec le même degré d'approximation. Il en est notamment ainsi du phénomène des binaires à éclipses; la formule de DOPPLER généralisée au cas des propagations non isotropes conduit, dans ce problème des étoiles doubles, à des résultats numériques exactement égaux à ceux donnés par les formules de l'explication einsteinienne. Le problème des étoiles doubles est ainsi totalement incapable, pour l'instant du moins, de fournir un argument expérimental en faveur de l'une ou de l'autre des théories en présence.

Il est donc imprudent de prétendre que l'observation des systèmes à éclipses permet d'affirmer la constance absolue de la vitesse de la lumière; elle ne le peut pas davantage que le résultat négatif de l'expérience

<sup>1</sup> H. POINCARÉ, *Electricité et optique*, Paris (1901).

<sup>2</sup> S. ZAREMBA, *La théorie de la relativité et les faits observés*, *Journal de Mathématiques* (1922).

<sup>3</sup> H. VARCOLLIER, *Propagation ellipsoïdale, relativité, quanta*, Alger (1942).

<sup>4</sup> P. DIVE, *L'électro-optique dans le temps universel*, Paris (1941).

<sup>5</sup> G. TIERCY, *Les binaires à éclipses, la vitesse de la lumière et les théories relativistes*; *Publ. de l'Observ. de Genève*, fasc. 36, (1941). — A propos de la conclusion qu'on peut tirer du problème des étoiles doubles. *Archives des sc. phys. et nat.*, Genève (1942).

<sup>1</sup> A. S. EDDINGTON, *The internal constitution of the Stars*, Cambridge (1926).



de MICHELSON. Autrement dit, l'interprétation einsteinienne n'est nullement imposée par les résultats actuels des expériences de l'astronomie; la voie est libre pour d'autres explications.

On mesure le rôle important, tenu dans cette affaire des «théories» en présence, par l'observation des binaires à éclipses; la question reste ouverte.

Le problème des binaires pose d'ailleurs une énigme. Quelle est leur origine? Comment se sont-elles formées, et pourquoi toutes les étoiles ne sont-elles pas doubles? Trois explications ont été examinées. Dans l'une, il y aurait eu division d'une étoile unique primitive en rotation autour d'un axe, et qui, la vitesse angulaire augmentant, aurait fini par se séparer en deux<sup>1</sup>. Dans la deuxième théorie, la matière constituant une nébuleuse primitive se serait condensée autour de deux noyaux suffisamment rapprochés; cette hypothèse est également utilisable dans le cas des étoiles multiples<sup>2</sup>. Dans la troisième enfin, il s'agirait de deux étoiles primitivement séparées et indépendantes, et qui, par le hasard de leur cheminement dans l'espace, auraient passé un beau jour assez près l'une de l'autre pour qu'il se produisit une capture réciproque, entraînant la constitution d'un couple physique<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Cette théorie de la division a été soutenue notamment par: H. POINCARÉ, *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, Paris (1913); H. N. RUSSELL, *The Origin of Binary Stars. Astrophysical Journal* (1910); F. H. JEANS, *Astronomy and Cosmogony*, Cambridge (1929).

<sup>2</sup> Cette hypothèse, combinée avec la théorie des marées, a été défendue par MOULTON et CHAMBERLIN et appliquée au système solaire (1914 et 1916).

<sup>3</sup> Cette hypothèse de la capture a été défendue notamment par T. J. J. SEE, *Researches on the Evolution of stellar Systems*; Lynn (U.S.A.) (1910).

Aucune de ces explications n'est entièrement satisfaisante; et leurs conséquences respectives sont parfois contradictoires. Pour chacune d'elles, on peut invoquer des observations à l'appui; et pour chacune d'elles, on peut présenter des objections. Elles ne s'excluent d'ailleurs pas; l'hypothèse de la division pourrait être retenue dans le cas des systèmes binaires les plus serrés, tandis que l'hypothèse de la condensation polycentrique conviendrait au problème des couples très écartés et à celui des étoiles multiples; quant à la théorie de la capture, elle semble ne pouvoir être conservée que dans le cas des binaires à orbites très excentriques.

Il est donc pour l'instant impossible de dire exactement comment les étoiles doubles se sont constituées. C'est là une des nombreuses énigmes que soulèvent l'astrophysique et la mécanique céleste actuelles.

Ainsi, le problème des étoiles doubles, déjà intéressant et fécond en ce qui concerne la détermination même des orbites parcourues par les compagnons, se trouve être d'importance capitale pour toute une série de questions relevant de la physique et de l'astrophysique.

#### Summary

"A review is given of what we know of binary stars. Leaving out the historical development, the difficulties are shown, which astronomers encountered in their studies of visual as well as spectroscopic or photometric binaries. Thus the reader gets an idea of the methods used both for observing and for explaining the existence of these double stars.

The importance of this problem for modern cosmology and for theoretical physics is pointed out."

## Vagusstoffe<sup>1</sup>

Von ALEXANDER V. MURALT, Bern

Der Nervus vagus, der 10. Hirnnerv, hat, wie sein Name schon sagt, ein erstaunlich weitreichendes Versorgungsgebiet. Er «schweift herum» und zieht mit besonderen Fasern zu den Bronchien und der Lunge, zum Herzen, zum Magen und zu fast allen im oberen Teil der Bauchhöhle liegenden Eingeweiden und übt an diesen Organen entweder fördernde oder hemmende Wirkungen aus; Wirkungen, die alle im Dienste des Aufbaues neuer Reserven oder der Schonung vorhandener Reserven stehen (histiotropes Prinzip). Von besonderer Bedeutung ist die Funktion des vagalen *Herzastes* geworden, dessen linke und rechte Fasern in etwas verschiedener Art an das unpaare Säugetierherz heranziehen und durch ihre dauernde Aktion einen

dämpfenden und entlastenden Einfluß ausüben. Schaltet man sie künstlich aus, so steigt die Herzfrequenz und die Arbeit des Herzens wird durch Verkürzung der Herzpause und Verstärkung der Kraft des einzelnen Herzschlages sehr viel größer, ohne daß ein Bedürfnis für diese Leistungssteigerung bestünde. Normalerweise steht das Herz unter der gleichgewichtigen Einwirkung eines leistungssteigernden Prinzips (Orthosympaticus: nn. accelerantes) und eines entlastenden, ökonomisierenden Prinzips (Parasympaticus: n. vagus). Je nach der Lage des Gleichgewichtes ist die Größe der Herzaktion größer oder kleiner und damit den jeweiligen Bedürfnissen angepaßt.

O. LÖWI hat die grundlegende Entdeckung gemacht, daß die Vaguswirkung auf das Herz durch einen besonderen Vagusstoff vom Nervenende her auf das Or-

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag vor der Chemischen Gesellschaft Zürich, 2. Juli 1945.



gan, die Acceleranswirkung durch einen besonderen Acceleransstoff übertragen wird. Man nennt diese Stoffe «chemische Vermittler» (*médiateurs*, *mediators*) und konnte ihre antagonistische Wirkung auf das Erfolgsorgan auch direkt beweisen. Schon 1904 hatte ELLIOTT die Vermutung geäußert, an den Enden orthosympathischer Nerven werde jedesmal, wenn eine Erregung ankomme, Adrenalin frei. Diese prophetische Äußerung wurde aber leider erst viel später verstanden und gewertet, als die Erweiterung der Befunde von LÖWI, durch die Arbeiten der Schulen von DALE und CANNON die Allgemeingültigkeit der chemischen Vermittlung zwischen Nerv und Erfolgsorgan erbrachte. Heute wissen wir, daß neben dem von LÖWI entdeckten Vagusstoff, der als Acetylcholin identifiziert werden konnte, noch ein *zweiter Vagusstoff* vorkommt, so daß wir von *Vagusstoffen* sprechen müssen und den von LÖWI entdeckten Stoff als *ersten Vagusstoff* bezeichnen.

### *Die Entwicklung der Beweisführung für den ersten Vagusstoff*

Mit dem Jahre 1921 beginnend hat O. LÖWI<sup>1</sup> eine Reihe von grundlegenden Arbeiten veröffentlicht, in denen gezeigt wurde, daß die Reizung des Nervus vagosympathicus am isolierten Froschherzen zur Bildung eines Stoffes führt, der bei Übertragung mit der Reizflüssigkeit auf ein zweites Empfängerherz, dort dieselben Wirkungen auslöst, wie die Vagusreizung am Spenderherz. Der Frosch hat eine gemischte nervöse Versorgung des Herzens, in der Vagus- und Acceleransfasern dicht beieinanderliegen. Stand bei der Reizung des gemischten Nerven die dämpfende Vaguswirkung im Vordergrund, so wurde am Empfängerherzen ebenfalls ein Vaguseffekt beobachtet, und das gleiche galt auch *mutatis mutandis* dann, wenn durch den Reiz eine vorwiegende Acceleranswirkung ausgelöst wurde. LÖWI nannte daher die beiden entstehenden antagonistischen Stoffe: Vagus- und Acceleransstoff. Er konnte weiterhin zeigen, daß das Atropin, von dem SCHMIEDEBERG 1870 nachgewiesen hatte, daß es die direkte Vaguswirkung am Herzen blockiert, auch die Wirksamkeit des Vagusstoffes aufhebt. Das Atropin greift aber am Erfolgsorgan und nicht an den Enden des Nervus vagus an, denn LÖWI und NAVRATIL<sup>2</sup> konnten 1924 beweisen, daß der Vagusstoff auch noch bei Atropinisierung freigesetzt wird, daß er aber am atropinisierten Herzen nicht mehr angreifen kann. Die Feststellung der Atropinwirkung war auch deswegen wichtig, weil HOWELL und DUKE<sup>3</sup> schon 1908 eine Freisetzung von Kalium bei der Vagusreizung be-

obachtet hatten und die Annahme naheliegend war, der Vagusstoff könnte Kalium sein. Kalium wird aber durch Atropin in seiner Wirkung gar nicht beeinflußt. Durch die Feststellung der Atropinblockierung war die Möglichkeit, der Vagusstoff könnte Kalium sein, mit einem Schlage ausgeschaltet. Im gleichen Jahr, 1921, war übrigens eine damals nicht gebührend beachtete Arbeit von CANNON und URIDIL<sup>4</sup> erschienen, in der gezeigt worden war, daß die künstliche Reizung der zur Leber führenden Fasern des Orthosympathicus (nn. splanchnici) zu einer Erhöhung der Herzfrequenz und zu einer Blutdrucksteigerung führt, ganz so, als ob die orthosympathischen Fasern des Herzens selbst gereizt worden wären. Damit war im gleichen Jahr auch eine *Fernübertragung* einer humoralen Nervenwirkung bewiesen worden. LÖWI<sup>2</sup> hat dann in den folgenden Jahren mit bewundernswerter Konsequenz den Vagusstoff weiter charakterisiert. Er fand, daß in der Herzflüssigkeit nach Reizung des Vagus vermehrt Cholin zu finden ist, daß dieses Cholin selbst aber nicht der Vagusstoff sein könne und daß durch Ultraviolettbestrahlung oder Fluoreszenzlicht (1 Stunde nach Zusatz von Eosin) oder kurzes Erhitzen ein Faktor zerstört werde, der den Vagusstoff nach einiger Zeit unwirksam macht. Diesen Faktor fand er in wäßrigen Herzextrakten, deren zerstörende Wirksamkeit auf den Vagusstoff sehr groß ist. 1925 konnte dann die Schlußfolgerung gezogen werden, *Acetylcholin* sei der Vagusstoff und in allen Eigenschaften mit ihm identisch (WITANOWSKI<sup>3</sup>). Der hemmende Faktor wurde als eine Esterase mit starker Spaltwirkung erkannt (Cholinesterase). Durch die Spaltung des Acetylcholins in Essigsäure und Cholin wird der Vagusstoff inaktiviert, da Cholin in gleicher Menge völlig unwirksam ist. Das Acetylcholin (Vagusstoff) ist dialysierbar, labil bei alkalischem  $p_H$  und Zimmertemperatur, stabil bei saurem  $p_H$  und in der Kälte, löslich in Alkohol, aber nicht in Äther und erträgt die Trocknung im Vakuum über Schwefelsäure. 1926 wurde dann von LÖWI und NAVRATIL<sup>4</sup> die wichtige Feststellung gemacht, daß der Vagusstoff von der im Herzen vorhandenen Cholinesterase zerstört wird und daß diese Zerstörung durch Physostigmin (Eserin) blockiert werden kann. Diese Feststellung brachte die Versuche, den Vagusstoff auch beim Warmblüter im Blut nachzuweisen, auf eine ganz neue Grundlage. Rückschauend muß gesagt werden, daß alle früheren Versuche, diesen Nachweis zu erbringen, ohne die gleichzeitige Anwendung von Eserin kaum glaubhaft erscheinen, weil die Blutcholinesterase das Acetylcholin so rasch zerstört, daß gar keine Hoffnung besteht, es ohne besonderen

<sup>1</sup> LÖWI, O., Pflügers Arch. 189, 239 (1921); 203, 408 (1924); 204, 461 (1924); 204, 629 (1924). Die chemische Übertragung der Nervenwirkung, Stockholm (1937).

<sup>2</sup> LÖWI, O., und NAVRATIL, E., Pflügers Arch. 206, 123 (1924); 206, 135 (1924); 214, 678 (1926); 214, 689 (1926).

<sup>3</sup> HOWELL, W. H., und DUKE, W. W., Amer. J. Physiol. 21, 51 (1908).

<sup>4</sup> CANNON, W. B., und URIDIL, J. E., Amer. J. Physiol. 58, 353 (1921).

<sup>2</sup> LÖWI, O., Pflügers Arch. 189, 239 (1921); 203, 408 (1924); 204, 461 (1924); 204, 629 (1924). Die chemische Übertragung der Nervenwirkung, Stockholm (1937).

<sup>3</sup> WITANOWSKI, W. R., Pflügers Arch. 208, 694 (1925).

<sup>4</sup> LÖWI, O., und NAVRATIL, E., Pflügers Arch. 214, 678, 689 (1926).



Schutz im Blut je noch nachzuweisen. Die positiven Versuche von DUSCHL und WINDHOLZ<sup>1</sup> (1923), die nach Vagusreizung an einer Ratte in Parabiose eine Verlangsamung der Herzrätigkeit bei der Empfänger-ratte feststellten, ebenso die Versuche von BRINKMAN und VAN DE VELDE<sup>2</sup> (1925) und POPPER und RUSSO<sup>3</sup> (1925) erscheinen unwahrscheinlich und sind durch die negativen Befunde von ENDERLEN und BOHNENKAMP<sup>4</sup> (1924), TOURNADE, CHABROL und MALMÉJAC<sup>5</sup> (1926) und vor allem PLATTNER<sup>6</sup> (1926) widerlegt worden. Erst mit der Verwendung von Eserin in ausreichender Menge gelang es auch beim Warmblüter, nach Reizung des Vagus das Acetylcholin im Blut nachzuweisen (BABKIN, ALLEY und STAVRACKY<sup>7</sup> (1932), HENDERSON und RÖPKE<sup>8</sup> (1933), VON SAALFELD<sup>9</sup> (1939)). Zwei bedeutende Arbeiten haben in neuerer Zeit die Entdeckung O. LÖWIS entscheidend bewiesen und können heute als Grundpfeiler angesehen werden. BAIN<sup>10</sup> (1932) hat mit der sehr sauberen Anordnung von zwei Froschherzen an einer Kanüle und

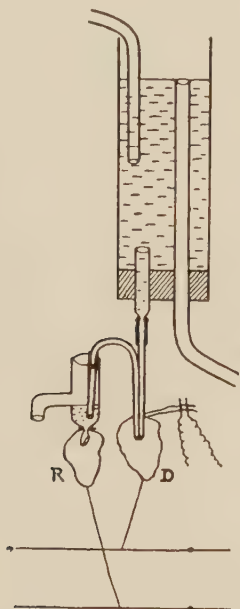


Abb. 1. Anordnung von BAIN<sup>10</sup>. Zwei Herzen sind mit Kanülen in Serie in eine Durchströmungsanordnung unter konstantem Druck eingeschaltet. Aus dem Behälter strömt die Flüssigkeit in das Spenderherz D, dessen Vagosympathicus gereizt werden kann, und von dort in das Empfängerherz R. Die Tätigkeit beider Herzen wird gleichzeitig registriert.

Durchströmung unter konstantem Druck (Abb. 1) die Tätigkeit des Spenderherzens (D) und des Empfängerherzens (R) registriert, wie es 1926 schon KAHN<sup>1</sup>, aber ohne konstanten Durchströmungsdruck gemacht hatte. Aus dem erhaltenen Kymogramm (Abb. 2) geht einwandfrei die Bildung des Vagusstoffes bei Reizung der Nerven des Spenderherzens (D) hervor. Damit war für den Kaltblüter ein besonders eindeutiger Beweis geleistet worden. Im Laufe der Zeit hatten sich aber auch

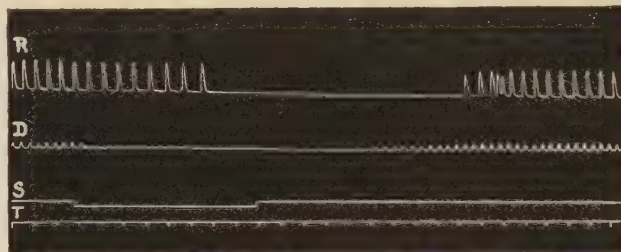


Abb. 2. Registrierkurve einer Vagusreizung nach BAIN<sup>2</sup>. Das Signal S zeigt den Beginn der Vagusreizung an. Mit kurzer Verzögerung antwortet das Spenderherz D mit Stillstand. Bis die Flüssigkeit in das Empfängerherz übertritt, verstreicht wieder eine gewisse Zeit. Mit dem Einstromen steht auch das Empfängerherz R still, da die Wirkung der Vagusreizung humoral durch den 1. Vagusstoff übertragen wurde.

die Gegner den Argumenten LÖWIS gebeugt. LAMBERT<sup>3</sup> (1926), ANTOINE<sup>4</sup> (1927), ASHER<sup>5</sup> (1922–1927), SCHEINFINKEL<sup>6</sup> (1924). Die zweite wichtige Arbeit ist diejenige von FELDBERG und KRAYE<sup>7</sup> (1933), in der gezeigt wurde, daß das eserinierte Blut aus der Koronarvene von Hund und Katze nach vorangegangener Vagusreizung Acetylcholin enthält, während ohne Eserin nichts nachgewiesen werden kann, da die Blutcholinesterase das Acetylcholin sofort zerstört. Es ist heute eine sichere Tatsache, daß beim Kaltblüter und beim Warmblüter bei Vagusreizung Acetylcholin gebildet wird. Wir bezeichnen es als den *ersten Vagusstoff*.

#### Die Acetylcholinbildung in den cholinergischen Nerven

Der Nervus vagus wird zu den cholinergischen Nerven gerechnet, eine Einteilung, die 1933 von DALE<sup>8</sup> vorgeschlagen wurde. Als cholinergisch bezeichnet man alle Nerven, an deren Ende bei Ankunft einer Erregung Acetylcholin frei gesetzt wird. Neben dem Nervus vagus sind alle parasympathischen Nerven, die präganglionären Fasern des Orthosympathicus und die motorischen Nerven cholinergisch. Bei den sensiblen Nerven besteht noch eine gewisse Unsicherheit. Sie enthalten nicht, wie LÖWI<sup>9</sup> dachte, kein Acetylcholin,

<sup>1</sup> DUSCHL, L., und WINDHOLZ, F., Z. exp. Med. 38, 261 (1923).

<sup>2</sup> BRINKMAN, R., und VAN DE VELDE, J., Pflügers Arch. 207, 492 (1925).

<sup>3</sup> POPPER, M., und RUSSO, G., Jour. Physiol. et Pathol. gén. 23, 562 (1925).

<sup>4</sup> ENDERLEN, E., und BOHNENKAMP, H., Z. exp. Med. 41, 723 (1924).

<sup>5</sup> TOURNADE, A., CHABROL, M., und MALMÉJAC, J., C. r. Soc. Biol. 95, 1538 (1926).

<sup>6</sup> PLATTNER, F., Pflügers Arch. 214, 112 (1926).

<sup>7</sup> BABKIN, B. P., ALLEY, A., und STAVRACKY, Trans. Roy. Soc. Canada 26, 89 (1932).

<sup>8</sup> HENDERSON, V. E., und RÖPKE, M. H., J. Pharm. and ex. Therap. 51, 97 (1934).

<sup>9</sup> SAALFELD, E. V., Pflügers Arch. 235, 15 (1934).

<sup>10</sup> BAIN, W. A., Quart. J. Exp. Physiol. 23, 381 (1933).

<sup>1</sup> KAHN, R. H., Pflügers Arch. 214, 482 (1926).

<sup>2</sup> BAIN, W. A., Quart. J. Exp. Physiol. 23, 381 (1933).

<sup>3</sup> LAMBERT, M., C. r. Soc. Biol. 94, 672 (1926).

<sup>4</sup> ANTOINE, M., Thèse, Nancy (1927).

<sup>5</sup> ASHER, L., Pflügers Arch. 193, 84 (1922); 205, 132 (1924); 209, 605 (1925); 210, 689 (1925). — ASHER, L., und SCHEINFINKEL, N., Pflügers Arch. 217, 184 (1927).

<sup>6</sup> SCHEINFINKEL, N., Z. Biol. 82, 285 (1924).

<sup>7</sup> FELDBERG, W., und KRAYE, O., Arch. exp. Path. u. Pharm. 172, 170 (1933).

<sup>8</sup> DALE, H. H., J. Physiol. 80, 10 P (1933).

<sup>9</sup> LÖWI, O., und HELLAUER, H., Pflügers Arch. 240, 769 (1938).



sondern sehr geringe Mengen, und ob sie bei Erregung an ihren Enden solches frei setzen, ist deswegen so schwer festzustellen, weil diese Enden im Zentralnervensystem tief verborgen liegen. DIKSHIT<sup>1</sup> hat Versuche veröffentlicht, aus denen bei gutem Willen geschlossen werden kann, daß auch die sensiblen Vagusäste an ihren Enden im Zentralnervensystem Acetylcholin frei setzen. FELDBERG und SCHRIEVER<sup>2</sup>, CORTELL, FELDMAN und GELHORN<sup>3</sup>, HELLAUER<sup>4</sup>, BRECHT und CORSTEN<sup>5</sup> und SCHEINFINKEL<sup>6</sup> haben weitere Beiträge geliefert, die alle für die cholinergische Natur der sensiblen Äste, vor allem aber der sensiblen Vagusäste sprechen. Der efferente Vagus ist sicher, der afferente Vagus ziemlich sicher cholinergisch.

Betrachtet man eine einzelne cholinergische Nervenfasern mit ihrer Nervenzelle, so erscheint es eigentlich unwahrscheinlich, daß diese zelluläre Einheit bei Erregung nur an einer ganz bestimmten Stelle, nämlich an ihrem Ende, einen Stoff hervorbringen kann, und im restlichen Protoplasma diese Fähigkeit nicht besitzen soll. Diese Überlegung hat dazu geführt, mit einer besonderen Methode (Einfrierverfahren v. MURALT<sup>7</sup>) zu prüfen, ob mit der Erregung nicht auch auf der Leitungsstrecke Acetylcholin entsteht. Es hat sich gezeigt, daß bei Ansammlung von Erregungen auf dem Nerven 0,1  $\gamma$  Acetylcholin pro Gramm Leitungsstrecke freigesetzt werden und daß diese Menge äußerst rasch wieder verschwindet (v. MURALT<sup>8</sup>). Als diese Feststellung 1937<sup>9</sup> erstmals in dieser Form mitgeteilt wurde, stieß sie auf eine skeptische Beurteilung, weil wenige Monate vorher GADDUM, KHAYYAL und RYDIN<sup>10</sup> den Beweis zu führen geglaubt hatten, alle Versuche, bei denen auf der Leitungsstrecke, allerdings an künstlich angelegten Querschnitten, ein Acetylcholinaustritt nachgewiesen werde, seien auf Kunstprodukte zurückzuführen. Gegen die von solchen Artefakten befreiten Versuche mit dem Einfrierverfahren konnte aber nichts eingewendet werden. Die erweiterten Untersuchungen (v. MURALT<sup>8</sup>, SCHEINFINKEL<sup>6</sup>) und die unabhängigen gleichartigen Feststellungen der Acetylcholinbildung auf der Leitungsstrecke, vor allem durch LISSAK<sup>11,12</sup> und BRECHT und CORSTEN<sup>5</sup> haben dieser Entdeckung die solide Grundlage geliefert. Noch heute taucht hin und wieder die Bemerkung auf, der Zusammenhang mit dem Erregungsvorgang des Nerven sei nicht streng

bewiesen. Es sei daher kurz zusammengestellt, welche Beweisstücke vorliegen:

1. Die im Nerven gebildete Acetylcholinmenge von 0,1  $\gamma$  entsteht nur bei Erregung, nicht aber bei Blockierung durch Anelektrotonus, Kokain oder Äther (v. MURALT<sup>1</sup>, vgl. Abb. 3).

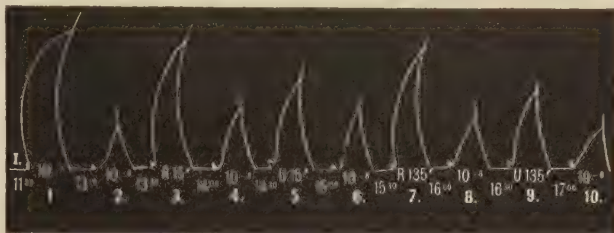


Abb. 3. Blutegelektren zum Nachweis der 1. Aktionssubstanz (Acetylcholin) im erregten Nerven (v. MURALT<sup>1</sup>).

1. Acetylcholin  $10^{-7}$  zur Standardisierung.
2. Acetylcholin  $10^{-8}$  als Test.
3. Extrakt gereizter Nerven. 50 mg Frischgewicht. 15' nach Extraktion.
4. Acetylcholin  $10^{-8}$  als Test.
5. Extrakt ungereizter Nerven. 50 mg Frischgewicht. 15' nach Extraktion.
6. Acetylcholin  $10^{-8}$  als Test.
7. Extrakt gereizter Nerven 2 Stunden später.
8. Acetylcholin  $10^{-8}$  als Test.
9. Extrakt ungereizter Nerven. 2 Stunden später.
10. Acetylcholin  $10^{-8}$  als Test.

Man beachte die zwischen Test 2 und 4 erfolgte Empfindlichkeitszunahme des Präparates als Folge der mit R 15' gleichzeitig auftretenden Aneurinwirkung (2. Aktionssubstanz).

2. Je mehr Erregungswellen auf einem Nerven chemisch abgefangen werden, desto größer ist die Acetylcholinmenge (v. MURALT<sup>1</sup>).

3. Bei der sekundären Degeneration des Nerven fällt der Acetylcholinegehalt des Nerven steil ab (FELDBERG<sup>2</sup>, v. MURALT und v. SCHULTHESS<sup>3</sup>). Die Fähigkeit zur Erregungsbildung verschwindet, wenn der Acetylcholinegehalt unter 10% der Norm gesunken ist.

Über die Frage der Bildung des Acetylcholins im Nerv bestehen noch Verschiedenheiten der Auffassung. FELDBERG<sup>2</sup> und SANZ<sup>4</sup> fanden, daß Nervenstückchen und sogar Extrakte die Fähigkeit zur Bildung von Acetylcholin in vitro haben. Diese Fähigkeit geht nach FELDBERG<sup>2</sup> während der Degeneration vor dem Verlust der Erregungsbildung verloren. v. MURALT und v. SCHULTHESS<sup>3</sup> fanden aber noch 80 Stunden nach der Operation eine ganz geringe Fähigkeit zur Synthese von Acetylcholin im Nerven. Sie glauben daher, daß die Fähigkeit zur ausreichenden Synthese zusammen mit der Fähigkeit zur Erregungsbildung verlorengeht.

Angesichts dieser Befunde ist der enge Zusammenhang zwischen Erregung und Acetylcholinbildung sowohl am Nervenende und wie auch auf der Leitungsstrecke als bewiesen zu betrachten. Am Ende des Nerven wird der Stoff wahrscheinlich reichlicher produ-

- 1 v. MURALT, A., Pflügers Arch. 245, 604 (1942).
- 2 FELDBERG, W., J. Physiol. 101, 432 (1943).
- 3 v. MURALT, A., und v. SCHULTHESS, G., Helv. Physiol. Acta 2, 435 (1944).
- 4 SANZ, M., Pflügers Arch. 247, 317 (1943).

<sup>1</sup> DIKSHIT, B. B., J. Physiol. 80, 409 (1933).  
<sup>2</sup> FELDBERG, W., und SCHRIEVER, H., J. Physiol. 86, 277 (1936).  
<sup>3</sup> CORTELL, R., FELDMAN, J., und GELHORN, E., Amer. J. Physiol. 132, 588 (1941).  
<sup>4</sup> HELLAUER, H., Pflügers Arch. 242, 382 (1939).  
<sup>5</sup> BRECHT, K., und CORSTEN, M., Pflügers Arch. 245, 160 (1941).  
<sup>6</sup> SCHEINFINKEL, N., Helv. Physiol. Acta 1, 149 (1943).  
<sup>7</sup> v. MURALT, A., Naturwiss. 27, 265 (1939).  
<sup>8</sup> v. MURALT, A., Pflügers Arch. 245, 604 (1942).  
<sup>9</sup> v. MURALT, A., Proc. Roy. Soc. 123, 397 (1937).  
<sup>10</sup> GADDUM, J. H., KHAYYAL, M. A., und RYDIN, H., J. Physiol. 89, 9, (1937).  
<sup>11</sup> LISSAK, K., Am. J. Physiol. 125, 778 (1939); 127, 263 (1939).  
<sup>12</sup> LISSAK, K., NAGY, E. K., und PASZTOR, J., Pflügers Arch. 245 783 (1942).



ziert und dann teilweise nach außen abgegeben. Auf der Nervenstrecke dagegen entsteht weniger, dafür wird die gebildete Menge *sehr rasch* wieder zurückgebildet. FELDBERG und VARTIAINEN<sup>1</sup> fanden am Warmblüterganglion, daß mit jeder ankommenden Erregung pro g  $6 \cdot 10^{-5} \gamma$  bis  $1 \cdot 10^{-4} \gamma$  Acetylcholin von den in Synapsen endenden cholinergischen Nerven an die Durchströmungsflüssigkeit abgegeben wird. Auf der Leitungsstrecke des Nervus ischiadicus des Frosches wird bei jeder Erregung pro g  $6 \cdot 10^{-4} \gamma$  Acetylcholin ganz rasch frei gesetzt und kann mit dem Einfrierverfahren bestimmt werden (V. MURALT<sup>2</sup>). Wenn auch der Kaltblüternerv nicht ohne Bedenken mit dem Warmblüterganglion verglichen werden kann, so zeigt die quantitative Betrachtung doch, daß zwischen Nervenende und Leitungsstrecke kein wesentlicher Unterschied in der Acetylcholinbildung bei Erregung besteht. Wir definieren daher heute als cholinergische Nerven solche Nerven, die sowohl an ihrem Ende wie auch auf der Leitungsstrecke eine mit der Erregungsbildung *eng verknüpfte* Acetylcholinbildung zeigen. Am Nervenende spielt das Acetylcholin die Rolle eines *Mediators*, auf der Leitungsstrecke die Rolle einer *Aktionssubstanz* (V. MURALT<sup>3</sup>) und wir glauben, daß der Mechanismus der Bildung dieses Stoffes auf der Leitungsstrecke und am Ende des Nerven prinzipiell gleich ist. Verschieden ist die Wirkung und der Mechanismus der Inaktivierung. Auf der Leitungsstrecke steht das Acetylcholin *ganz lokal* im Dienste der Erregungsbildung, während die Fortpflanzung der Erregung auf benachbarte unerregte Abschnitte durch elektrische Feldschleifen erfolgt, die von der erregten Stelle ausgehen (HODGKIN<sup>4</sup>). Am Nervenende dagegen steht das gebildete Acetylcholin als wirksamer Depolarisator im Dienste der Übertragung der Erregung und hat eine *übergreifende Wirkung* auf Orte, die vom Bildungsort, wenn auch wenig, so doch immerhin entfernt sind. Die Aktionssubstanz wirkt am Bildungsort und wird auch dort wieder inaktiviert. Der Mediator überträgt ein Signal vom Bildungsort auf eine benachbarte Stelle und wird dort erst durch fermentative Spaltung inaktiviert.

#### Die zweite Aktionssubstanz

In einer kurzen Mitteilung hat MINZ<sup>5</sup> im Jahre 1938 über einige Versuche an frischen Rindernerven berichtet. Es wurde eine Schnittfläche angelegt, die in eine Badelösung eintauchte, die nach Reizung auf ihren Gehalt an Vitamin B<sub>1</sub> (Aneurin) geprüft wurde. Als Test für den Nachweis wurde ein biologischer Wachstumstest mit Flagellaten verwendet, wie er von

LWOFF<sup>1</sup> entwickelt worden war. Die Flagellaten wachsen nur auf Nährböden, in denen Aneurin vorkommt. MINZ fand, daß aus einem gereizten Nerven 4–8mal mehr Aneurin in die Badelösung übertritt, als in der gleichen Zeit aus einem ruhenden Nerven. Diese Beobachtung hatte für uns in Bern die größte Bedeutung, weil wir fast gleichzeitig zu ähnlichen Schlußfolgerungen gelangt waren. Die von MINZ erstmals beschriebene Aneurinfreisetzung wurde daher sofort

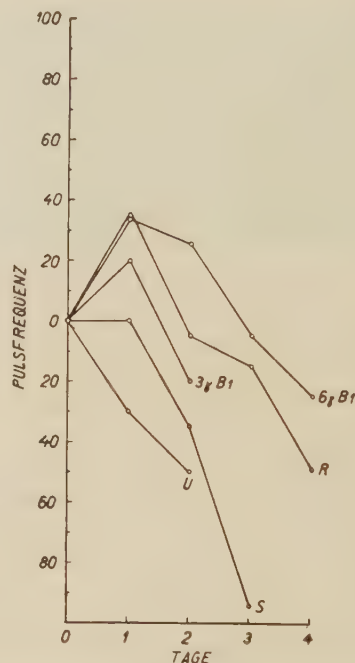


Abb. 4. Durchschnittskurven der Pulsfrequenz der avitaminotischen Versuchstiere. Ausgangswerte auf null reduziert (LIECHTI, V. MURALT und REINERT<sup>2</sup>).

R = Adsorbat — Fütterung von Extrakten gereizter Nerven.  
U = Adsorbat — Fütterung von Extrakten ungereizter Nerven.  
S = Blindwert.

6γ B<sub>1</sub> = Verlauf der Pulscurve nach Fütterung von 6 γ Vitamin B<sub>1</sub>.  
3γ B<sub>1</sub> = das gleiche nach Fütterung von 3 γ Vitamin B<sub>1</sub>.

mit dem Einfrierverfahren und den verschiedensten Testmethoden erweitert. Spezifische Methoden zum Nachweis des Aneurins in kleinen Mengen sind: der Bradykardietest, der Phycomyces-Wachstumstest und der Thiochromtest. Abb. 4 zeigt das Verhalten der Pulsfrequenz avitaminotischer Ratten nach Fütterung von Extrakten aus gereizten und ungereizten Nerven, die mit dem Einfrierverfahren gewonnen wurden (LIECHTI, V. MURALT und REINERT<sup>2</sup>). Durch die Verfütterung des aneurinhaltigen Extraktes aus gereizten Nerven steigt die Pulsfrequenz der Versuchstiere vorübergehend, wie das besonders auch nach Fütterung mit bekannten Aneurinmengen deutlich beobachtet wird. Wurde dagegen der in gleicher Weise hergestellte Extrakt ungereizter Nerven verfüttert, so blieb diese

<sup>1</sup> FELDBERG, W., und VARTIAINEN, A., J. Physiol. 83, 103 (1934).

<sup>2</sup> V. MURALT, A., Pflügers Arch. 245, 604 (1942).

<sup>3</sup> V. MURALT, A., Naturwiss. 27, 265 (1939).

<sup>4</sup> HODGKIN, A. L., J. Physiol. 90, 183 (1937).

<sup>5</sup> MINZ, B., C. r. Soc. Biol. Paris 127, 1251 (1938).

<sup>1</sup> LWOFF, A. und M., C. r. Soc. Biol. 126, 644 (1937); 127, 1170 (1938).

<sup>2</sup> LIECHTI, A., V. MURALT, A., und REINERT, M., Helv. Physiol. Acta 1, 79 (1943).



Wirkung aus. Der Bradykardietest ist spezifisch für alle Verbindungen mit Vitamin-B<sub>1</sub>-Charakter, wobei allerdings nicht gesagt werden kann, ob es sich um freies Aneurin oder um eine Aneurinverbindung handelt (z. B. Cocarboxylase).

Abb. 5 zeigt das Wachstum des Pilzes *Phycomyces* auf je einem Nährboden, dem in gleicher Weise der mit dem Einfrierverfahren gewonnene Extrakt von gereizten und ungereizten Nerven zugesetzt wurde

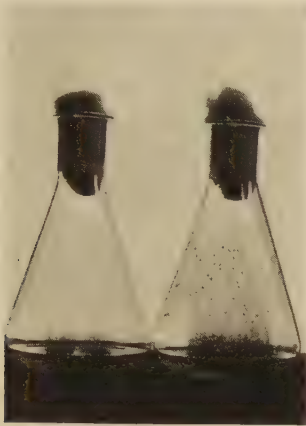


Abb. 5. Zwei *Phycomyces*kulturen. Rechts ein Ansatz mit einem Extrakt gereizter Nerven, links ein Ansatz mit einem Extrakt ungereizter Nerven. Man beachte den Unterschied im Aneurin Gehalt der beiden Extrakte.

(v. MURALT und ZEMP<sup>1</sup>). Das in solchen Versuchen gebildete Myzel wird nach dem von SCHOPFER<sup>2</sup> ausgearbeiteten Verfahren gereinigt, gewogen und mit Hilfe von Wachstumskurven unter Benützung von Standardlösungen ausgewertet. Aus den *Phycomyces*versuchen geht hervor, daß im gereizten Nerven etwa 1–2  $\gamma$  Aneurin aus einer wenig löslichen Vorstufe in eine sehr gut lösliche Form vorübergehend übergeführt werden. Diese Freisetzung von Aneurin konnte sogar mit dem hochempfindlichen Fluorometer (Wyss<sup>3</sup>) als Thiochrom mit Hilfe der bekannten Fluoreszenzmethode nachgewiesen werden. Bei diesen Versuchen zeigte es sich, daß die nachweisbare Menge im Winter klein, im Sommer und Frühling dagegen relativ groß ist. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß nach Monojodessigsäurebehandlung der Nerven eine Vermehrung des extrahierbaren freien Aneurins durch den Ruhestoffwechsel entsteht (vgl. die vorläufige Mitteilung von Wyss in diesem Heft). Wir haben daher das Aneurin als die zweite Aktionssubstanz bezeichnet. Ähnlich dem Acetylcholin nimmt auch das Aneurin bei der Degeneration des Nerven in charakteristischer Weise ab und zeigt auch in diesem Verhalten große Ähnlichkeit mit den wichtigen Betriebsstoffen des Muskels (Adenosintriphosphorsäure und Kreatinphosphorsäure), die ebenfalls bei der Degeneration sehr rasch verlorengehen.

<sup>1</sup> v. MURALT, A., und ZEMP, J., *Pflügers Arch.* **246**, 746 (1943).

<sup>2</sup> SCHOPFER, W. H., *Erg. Biol.* **16**, 1 (1939).

<sup>3</sup> Wyss, F., *Helv. Physiol. Acta* **1**, C 70 (1943).

### Die Wirkung des Aneurins am Herzen

HECHT und WEESE<sup>1</sup> haben als erste die Wirkung des Aneurins auf das Herz untersucht und bis zu der Konzentration 1:1000 keine Reaktion gesehen. Im Gegensatz dazu haben AGID und BALKANYI<sup>2</sup> gefunden, daß Vitamin B<sub>1</sub> in schwachen Dosen eine ähnliche Wirkung haben soll wie Acetylcholin, eine Wirkung, die mit zunehmender Konzentration stärker wird, um bei noch höherem Aneurin Gehalt wieder zu verschwinden. AGID und BALKANYI haben aber der Tatsache, daß Aneurin eine deutliche Säurewirkung hat, nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet. Einwandfreie Versuchsbedingungen hat KAISER<sup>3</sup> geschaffen, indem er mit sorgfältig gepufferten Lösungen arbeitete. Er fand, daß Aneurin allein am Herzen wirkungslos ist, daß es aber zusammen mit Acetylcholin in genügender Konzentration in der Lage ist, die Wirkung des Acetylcholins vollständig aufzuheben. Interessanterweise tritt diese Wirkung nur auf, wenn Aneurin und Acetylcholin gleichzeitig auf das Herz einwirken. Daß dabei eine Gewebskomponente eine wichtige Rolle spielt, hat SCHEINFINKEL<sup>4</sup> gezeigt, indem er durch mehrfache Auswaschungen mit Acetylcholinlösungen den Gewebsfaktor so erschöpfen konnte, daß die blockierende Wirkung des Aneurins auf das Acetylcholin verschwand. Man könnte daran denken, daß durch das Aneurin die Cholinesterase des Herzens blockiert würde. Das ist nicht der Fall, denn SCHEINFINKEL konnte zeigen, daß auch bei Eserineinwirkung Aneurin die Acetylcholinwirkung am Herzen vollständig blockieren kann. Die Frage, ob es sich hier um eine Aneurin-unspezifische Wirkung handelt, wurde eingehend untersucht (v. MURALT und RAAFLAUB<sup>5</sup>). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 übersichtlich zusammengestellt.

Es zeigt sich, daß die Hemmung der Acetylcholinwirkung am Herzen so lange ausgeübt wird, als ein quartäres Thiazol mit einer  $\beta$ -oxyäthyl-Gruppe in 5-Stellung vorhanden ist. Besonders überraschend war der Befund, daß Acetylaneurin unwirksam und Cocarboxylase sogar *umgekehrt* wirksam ist! Diese beiden Befunde waren deswegen besonders überraschend, weil die Cocarboxylase als die wirksame Form des Vitamins betrachtet wird und weil für das Acetylaneurin einmal die Möglichkeit diskutiert wurde, daß es mit dem Cholin zusammen ein Essigsäuredonator- und -akzeptorsystem bilden kann (KUHN, WIELAND und HUEBSCHMANN<sup>6</sup>).

Die relativ spezifische Hemmungswirkung des Aneurins ist nur bei großen Dosen nachzuweisen. Es war daher aus diesen Versuchen nicht ohne weiteres deutlich zu ersehen, ob dieser Hemmungswirkung eine

<sup>1</sup> HECHT, G., und WEESE, H., *Klin. Wschr.* **1**, 414 (1937).

<sup>2</sup> AGID, R., und BALKANYI, J., *C. r. Soc. Biol., Paris* **127**, 680 (1938).

<sup>3</sup> KAISER, P., *Pflügers Arch.* **242**, 504 (1939).

<sup>4</sup> SCHEINFINKEL, N., *Verh. Schweizer Physiol. Jan.* (1942).

<sup>5</sup> v. MURALT, A., und RAAFLAUB, unveröffentlicht.

<sup>6</sup> KUHN, R., WIELAND und HUEBSCHMANN, *Z. physiol. Chemie* **259**, 48 (1939).



physiologische Funktion zukommt oder nicht. Die großen benötigten Mengen an Vitamin sprechen eher dagegen.

Aneurin, der zweite Vagusstoff

OTTO LÖWI hat gezeigt, daß am Ende des cholinergischen Vagusnerven Acetylcholin frei gesetzt wird. Die weitere Entwicklung hat zu der Erkenntnis geführt,

weitere genaue Verfolgung dieses Befundes ergab aber, daß bei Vagusreizung immer geringe Spuren von Blut aus der Herzmuskulatur in die Durchströmungsflüssigkeit übertreten, während dies bei Sympathicusreizung nie der Fall ist. Durch diese Blutspuren wird die Aneurinbestimmung um einen Betrag gefälscht, der genau ermittelt werden mußte. Mit Hilfe einer photoelektrischen Benzidinmethode konnten Wyss und Wyss<sup>1</sup>

Tabelle 1  
Hemmende Wirkung künstlicher Aneurinderivate auf die Acetylcholinwirkung am Herz

Pyrimidin		Thiazol			Wirkung	Stoff
2	4	2	4	5		
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	+++	Aneurinchlorid
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	<div><div>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O</div><div><div>OH</div><div>P=O</div><div>O</div></div><div><div>OH—P=O</div><div>OH</div></div></div>	— (!)	Cocarboxylase
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCOCH <sub>3</sub>	0	Acetylaneurin
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Br	++	5-β-Bromäthylester
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>	+	5-Essigsäureamid
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	NH <sub>2</sub>	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	+	2-Äthylpyridinidil
CH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	H	—	<div><div>CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub></div><div>4,5          CH<sub>2</sub></div></div>	0	4,5-Cyclopententhiazoliumchlorid
3-(4,5)-Methylimidazoly1		H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	++	
3-β-Acetoxyäthyl		H	CH <sub>3</sub>	H	+	Acetoxyäthylthiazol
—				CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	—	Thiazol

daß Acetylcholin nicht nur ein Mediator, sondern auch eine Aktionssubstanz ist. In den letzten Jahren wurde gefunden, daß im cholinergischen Nerven zwei Aktionssubstanzen vorkommen, wobei die zweite als Aneurin oder als Aneurinverbindung erkannt wurde. Die einfache Frage war daher naheliegend, ob Aneurin nicht auch als Mediator eine besondere physiologische Funktion haben könnte? Zur Überprüfung dieser Frage wurde als erstes das klassische Objekt des Froschherz-Vaguspräparates gewählt, bei dem der Kanüleninhalt vor und nach Vagusreizung auf seinen Gehalt an Vitamin B<sub>1</sub> geprüft wurde (Wyss und v. MURALT<sup>1</sup>, Wyss<sup>2</sup>). In einer ersten Versuchsreihe wurde gefunden, daß pro 1 ccm Herzflüssigkeit und 5 Minuten Reizdauer 7,5 · 10<sup>-3</sup> γ Aneurin bei Vagusreizung frei gesetzt werden. Sympathicusreizung (adrenergischer Nerv) führt zu keiner meßbaren Freisetzung von Aneurin. Die

diese Fehlerquelle so eliminieren, daß heute gesagt werden kann, daß bei Vagusreizung in 1 ccm Durchströmungsflüssigkeit bei 5 Minuten Dauer etwa 2—3 · 10<sup>-3</sup> γ Aneurin übertreten. Der Nachweis dieser Menge konnte sowohl mit der Phycomycesmethode wie auch mit dem Thiochromverfahren sichergestellt werden. Im Winter ist die frei gesetzte Menge klein, im Frühling und Sommer dagegen relativ groß. Wir haben daher die bei Vagusreizung frei gesetzte kleine Aneurinmenge als den zweiten Vagusstoff bezeichnet. Durch 5 Minuten langes Bestrahlen mit kurzwelligem Ultraviolettlicht (λ < 300 mμ) wird der zweite Vagusstoff zerstört und zeigt auch in diesem Verhalten die für Aneurin charakteristische Ultraviolettempfindlichkeit (STÄMPFLI<sup>2</sup>).

Besonders interessant sind die Versuche, bei denen

<sup>1</sup> Wyss, F., und v. MURALT, A., Helv. Physiol. Acta 2, C 61 (1944).

<sup>2</sup> Wyss, F., Helv. Physiol. Acta, im Druck (1945).

<sup>1</sup> Wyss, A., und Wyss, F., Helv. Physiol. Acta, im Druck (1945)

<sup>2</sup> STÄMPFLI, R., Über den photochemischen Zerfall von Vitamin B<sub>1</sub>, Thiochrom und Thiazol. Diss. Bern (1942).



Vagus und Sympathicus am gleichen Herzen *vollständig getrennt* gereizt werden konnten. Das war möglich, wenn die Elektroden für den Vagus in der Nähe der Vaguskerne an der Medulla oblongata, diejenigen für den Sympathicus an den paravertebralen Ganglien angelegt wurden. Bei diesen Versuchen zeigte es sich, daß *jede* Vagusreizung mit einer Freisetzung von Aneurin verbunden ist, während die Sympathicusreizung am gleichen Herzen und im gleichen Versuch *keine* Freisetzung von Aneurin verursachte.

Die Frage, ob der zweite Vagusstoff eine hemmende Wirkung auf den ersten Vagusstoff ausübe, wie nach den erwähnten Versuchen von KAISER und V. MURALT und RAAFLAUB zu erwarten war, wurde in einer besonderen Versuchsanordnung geprüft. Da bei der Reizung des Vagus am Herzen der erste Vagusstoff zusammen mit dem zweiten Vagusstoff frei gesetzt wird, kann nicht entschieden werden, ob der zweite Vagusstoff eine hemmende Wirkung auf den ersten Vagusstoff ausübt. Läßt man aber die Flüssigkeit während einiger Zeit stehen, so wird durch die Cholinesterase der erste Vagusstoff völlig inaktiviert. Setzt man jetzt Acetylcholin zu, und vergleicht die Wirkung dieses zugesetzten Acetylcholins an einem Testherz mit der Wirkung, die nach Zusatz des Acetylcholins zu einer gleich behandelten Flüssigkeit aus einer Ruheperiode oder aus der Periode einer Sympathicusreizung stammt, so findet man, daß der zweite Vagusstoff eine *deutlich hemmende Wirkung* auf das Acetylcholin ausübt. Diese hemmende Wirkung ist deswegen sehr bemerkenswert, weil die Menge des zweiten Vagusstoffes so außer-

DE BETTENCOURT und seine Mitarbeiter<sup>1</sup> haben am Schildkrötenherz nach subkutaner Injektion von Aneurin und anschließender Vagusreizung nach 24 bis 28 Stunden eine deutliche Dämpfung der Vagusreizung feststellen können. Durch die Injektion von Aneurin kann somit die Hemmungswirkung bei Vagusreizung erhöht werden. Analog haben WILLIAMS, MASON, WILDER und SMITH<sup>2</sup> bei künstlich erzeugter Vitamin-B<sub>1</sub>-Avitaminose am Menschen eine verstärkte Vaguswirkung gefunden (Bradykardie bei Ruhe, arterielle Hypotonie). Bei Aneurinmangel tritt in den Organen in denen das Acetylcholin hemmend wirkt, ein vermehrter Acetylcholineffekt hervor, bei Aneurinüberschuß dagegen wird die Acetylcholinwirkung gedämpft. Unsere Versuche lassen den Schluß zu, daß bei der normalen nervösen Steuerung durch den Vagus das Herz nicht nur histiotrop durch den ersten Vagusstoff beeinflußt wird, sondern daß gleichzeitig durch eine abgestufte Freisetzung des zweiten Vagusstoffes diese histiotrope Wirkung mehr oder weniger, je nach Bedarf, im ergotropen Sinne modifiziert werden kann.

Die antagonistische Komponente im Vagus

WUNDT hat 1860 gezeigt, daß die Reizung des Vagus am Frosch normalerweise die Herzfrequenz erniedrigt, nach Curarewirkung dagegen erhöht. Curare blockiert am motorischen Nerven den Übergang der Erregung auf den Muskel und beim Herz, wenn auch nicht vollständig, die Überleitung der dämpfenden Vaguswirkung. SCHMIEDEBERG hat 1871 diese Beobachtung bestätigt und zur Blockierung das besser geeignete Atropin verwendet. BOEHM fand 1875 an der Katze nach Curarewirkung bei Vagusreizung eine deutliche Herzbeschleunigung, und besonders schön wurde diese der normalen Vaguswirkung entgegengesetzte Komponente von FRANÇOIS-FRANCK 1894 am Säugetier bewiesen. Merkwürdig und für unsere Betrachtung sehr aktuell ist der Befund von ARLOING 1895, der bei der sekundären Degeneration des Vagus ein primäres Erlöschen der normalen Funktion und ein Überdauern der antagonistischen Wirkung fand, so daß in einer gewissen Phase der Degeneration nur noch eine beschleunigende Wirkung des Vagus übrigblieb!

JOURDAN und NOWAK<sup>3</sup> haben dann dieses Problem von größter Bedeutung mit der im Institut von HEYMANS hochentwickelten Technik des gekreuzten Kreislaufes aufgegriffen und meisterhaft bearbeitet. Nach gründlicher Entfernung des Ganglion stellatum, das als benachbartes sympathisches Ganglion vielleicht beschleunigende orthosympathische Fasern in den Vagusast und damit auf diesem Wege zum Herz

<sup>1</sup> MONIZ DE BETTENCOURT, J., und CRUZ, M., Arch. Portug. sci. biol. 6, 117 (1940). — CRUZ, M., Dissertation, Lissabon (1943).  
<sup>2</sup> WILLIAMS, R. D., MASON, H. L., WILDER, R. M., und SMITH, B. F., Arch. int. Med. 66, 785 (1940).  
<sup>3</sup> JOURDAN, F., und NOWAK, J. G., Arch. int. Pharmacodyn. et Thérap. 53, 121 (1936).

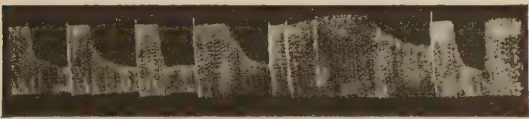


Abb. 6. Die dämpfende Wirkung des 2. Vagusstoffes am Herzen. (Versuch von F. Wyss.)

Ri = Tätigkeit des Herzens mit Ringerlösung.  
↑ = Tätigkeit des Herzens bei Zusatz von Acetylcholin.  
U = Tätigkeit des Herzens mit einem Kanüleninhalt eines unge reizten Herzens.  
R = Tätigkeit des Herzens mit einem Kanüleninhalt eines gereizten Herzens mit reiner Vaguswirkung. Durch Cholinesterase wurde das Acetylcholin inaktiviert. Man beachte die positiv inotrope Wirkung. Man beachte die gute Acetylcholinwirkung mit U und die Hemmung der Acetylcholinwirkung mit R.

ordentlich klein ist. Der zweite Vagusstoff übt eine hemmende Wirkung auf das Acetylcholin aus, in einer Konzentration, die nur 1/1000—1/10000 derjenigen ist, die zur Erzielung der gleichen Hemmungswirkung mit käuflichem Aneurin angewendet werden muß (Abb. 6). Der natürlicherweise frei gesetzte zweite Vagusstoff ist somit eine Aneurinverbindung mit einer ganz besonderen Aktivität bezüglich der Acetylcholinhemmung. MONIZ



senden könnte, fanden sie die beschleunigende Wirkung des Vagus nach Ausschaltung seiner hemmenden Hauptwirkung durch Atropin unverändert vor. Die Beschleunigungen bei Vagusreizung betragen 20–60%. Selbst die sorgfältigste Isolierung des Vagus bis hinauf zu seinem Ursprung veränderte diese Wirkung nicht, so daß der Schluß gezogen wurde, die im Vagus laufenden Acceleransfasern entspringen mit ihm dem Hirnstamm. Sorgfältige Durchtrennung aller Verbindungen des Orthosympathicus und sogar die Abtrennung des Rückenmarkes (aus dem eventuell aufsteigende Fasern zu den Vaguskerne laufen könnten), brachte bei Reizung vom verlängerten Mark aus den eigenartigen Effekt nicht zum Verschwinden. Die beschleunigenden Fasern kommen somit aus der Gegend der Vaguskerne (wenn es überhaupt besondere beschleunigende Fasern gibt, was wir angesichts der Entdeckung des zweiten Vagusstoffes als zumindest zweifelhaft erachten!). Besonders interessant sind die Versuche von JOURDAN und NOWAK mit gekreuztem Kreislauf und kurzzeitiger Anämisierung der Zentren. Ohne Atropin trat bei Sauerstoffmangel ein deutlicher Vagusreizeffekt mit Abnahme der Herzfrequenz und Sinken des Blutdruckes ein, mit Atropin war nur der beschleunigende Effekt manifest. Er trat langsamer auf als die normale Vaguswirkung und dauerte länger an, ja er überdauerte sogar die Vagusdurchschneidung! Die Technik der vollständigen Entfernung des orthosympathischen Grenzstranges und der Ganglien (*Sympathektomie*) hat in den letzten Jahren solche Fortschritte gemacht, daß mit sympathektomierten Hunden sehr viele Versuche unter fast natürlichen Bedingungen angestellt werden können. BROUHA, NOWAK und DILL<sup>1</sup> fanden bei solchen Hunden nach Arbeit oder Aufregung eine Pulsfrequenz, die höher war, als wenn nur die dämpfende Vaguswirkung ausgeschaltet worden wäre. Da diese Tiere über keine normalen orthosympathischen Fasern mehr verfügen, müssen über den Vagus akzeleratorische Wirkungen ausgeübt worden sein. Das gleiche haben BROUHA und NOWAK<sup>2</sup> nach Atropininjektion bei solchen Tieren gesehen. Sehr interessant ist die weitere Beobachtung, daß die kardioakzeleratorische Wirkung des Vagus nach Sympathektomie während 20 Tagen zunimmt und einem Maximum zustrebt. Allen diesen Arbeiten liegt der Gedankengang zu grunde, daß im Vagus besondere akzeleratorische Fasern enthalten sind. Ein direkter Beweis für ihr Vorhandensein ist aber, wenn man von der Wirkung absieht, nicht geliefert worden (vgl. BROWN und MAYCOCK<sup>3</sup>). HESS<sup>4</sup> hat 1930 die Frage, die wir erneut diskutieren möchten, ganz klar und unmißverständlich formuliert: «Durch den Vagus kann unter Umständen auch Förderwirkung auf das Herz

ausgeübt werden. Es bleibt zu untersuchen, ob hierbei nur auf Vagusbahnen verlaufende sympathische Fasern im Spiele sind oder ob am Herz eine echte parasymphatische Leistungsförderung vorkommt. Aus theoretischen Gründen ist diese Frage von prinzipieller Bedeutung. Es handelt sich darum, ob die Regulierung der Herztätigkeit auch dann, wenn sie im Dienste der Verdauungsfunktion auf gesteigerten Blutumlauf gestellt wird, nach dem Schema der sympathischen Förder- und der parasymphatischen Hemmungswirkung erfolgt, oder ob das Herz in diesem Falle — entsprechend seiner augenblicklichen Rolle als Hilfsorgan der Verdauungsfunktion — in das vom Vagus leistungsfördernd beherrschte Organsystem eingeführt ist.» Wir glauben, daß am Herz eine echte parasymphatische Förderwirkung besteht, die je nach Stoffwechsellaage stärker oder schwächer ist. Die beiden Vagusstoffe sind im Dienste der Entlastung und Ökonomisierung ein Antagonistenpaar mit gleichem Funktionsziel.

#### *Theorie der humoralen Antagonisten mit gleichem Funktionsziel*

WELSH<sup>1</sup> hat in einer bemerkenswerten Arbeit gezeigt, daß durch Insulin die Acetylcholinwirkung am Herz modifiziert werden kann. Aus seinen Versuchen geht hervor, daß nach Insulingabe die Acetylcholinempfindlichkeit des Froschherzens dann während langer Zeit gehemmt war, wenn das Insulin selbst eine protrahierte Wirkung hatte. Bei rascher Wirkung des Insulins trat dagegen eine Umkehr des Effektes auf. Maßgebend für die Hemmungswirkung scheint die Stoffwechsellaage im Gewebe zu sein. Wird in vermehrtem Maße Kohlehydrat verbraucht, so wird das Herz im ergotropen Sinne gefördert, indem seine Acetylcholinempfindlichkeit herabgesetzt wird. Die Versuche sind deswegen theoretisch so außerordentlich bedeutungsvoll, weil sie zeigen, daß die Acetylcholinwirkung am Herz, und das gleiche darf auch von der Vaguswirkung gesagt werden, je nach der Stoffwechsellaage verschieden ist. Ist der Kohlehydratumsatz groß, so wird die Wirkung des ersten Vagusstoffes gedämpft. Ist der Kohlehydratumsatz klein, so tritt die ökonomisierende Wirkung des Acetylcholins sehr stark hervor. Aneurin und Insulin sind in ihrer Wirkung auf den Kohlehydratstoffwechsel gleichartig, wenn auch mit ganz verschiedenem Wirkungsmechanismus. Durch Aneurin wird der Kohlehydratumsatz in verstärktem Maße möglich und durch Insulin wird er in dieser Richtung gesteigert. Man kann die Sachlage kurz so fassen, daß man sagt, Aneurin wirkt insulinsparend, Insulin schafft günstige Voraussetzungen für eine verstärkte Aneurinwirkung.

In Abb. 7 sind Versuche von MARSHALL<sup>2</sup> dargestellt, die die Zunahme des Schlagvolumens des Herzens nach einer reichlichen Mahlzeit im Dienste der Verdauungs-

<sup>1</sup> BROUHA, L., NOWAK, S. J. G., und DILL, D. B., J. Physiol. 95, 454 (1939).

<sup>2</sup> BROUHA, L., und NOWAK, S. J. G., J. Physiol. 95, 439 (1939).

<sup>3</sup> BROWN, G. L., und d'A. MAYCOCK, J. Physiol. 101, 369 (1943).

<sup>4</sup> HESS, W. R., Die Regulation des Blutkreislaufes, Leipzig (1930).

<sup>1</sup> WELSH, J. H., Am. Physiol. 141, 109 (1944).

<sup>2</sup> MARSHALL, The cardiac output of man, Medecine 9, 176 (1930).



arbeit zeigen. Die Förderung der Tätigkeit des gesamten Verdauungsapparates ist eine der wichtigsten Funktionen des Nervus vagus und nur dann möglich, wenn der allgemeine Vagustonus im Dienste der Verdauung stark erhöht ist. Im Interesse dieser Leistung steht aber gleichzeitig auch die wesentliche Zunahme des Schlagvolumens des Herzens, um den Blutbedarf des Verdauungsapparates zu decken. Ohne einen besonderen Mechanismus würde aber ein erhöhter Vagustonus zu einer starken Dämpfung und Herabsetzung

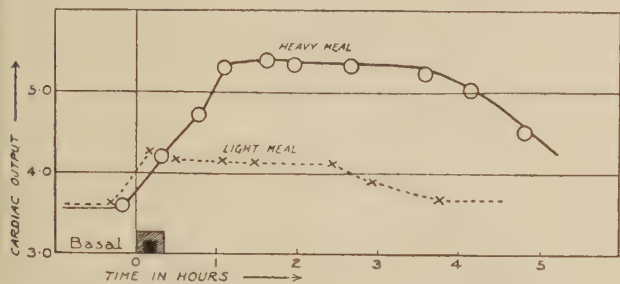


Abb. 7. Herzleistung nach leichter und schwerer Mahlzeit beim Menschen (nach MARSHALL<sup>1</sup>).  
Ordinate: Minutenvolumen des Herzens.  
Abszisse: Zeit in Stunden nach der Mahlzeit.  
Man beachte die Vergrößerung der Herzleistung.

der Herzaktion führen, die in diesem besonderen Fall eine Fehlregulation wäre, wenn nicht durch das Eingreifen von kardioakzeleratorischen Fasern oder durch die Freisetzung eines kardioakzeleratorischen Stoffes die Vaguswirkung am Herz unter diesen besonderen Verhältnissen in das Gegenteil umgekehrt würde.

Die Frage, ob besondere kardioakzeleratorische Nervenfasern im Vagus verlaufen und ob diese Fasern an ihren Enden vielleicht Aneurin frei setzen, welches dann eine hemmende Wirkung auf das von den normalen Vagusfasern gebildete Acetylcholin hat, oder ob im Vagus überhaupt nur eine Faserart vorkommt, die an ihren Enden sowohl Acetylcholin wie auch Aneurin frei setzen, kann heute noch nicht beantwortet werden. Sämtliche Versuche, die bisher über kardioakzeleratorische Fasern publiziert wurden, haben sich darauf beschränkt, nach Ausschaltung der Acetylcholinwirkung durch Atropin am Herz das Vorhandensein einer kardioakzeleratorischen, drucksteigernden Komponente nachzuweisen. Alle Versuche können ebenso gut im Sinne der zweiten Möglichkeit, daß es nur eine Art von Fasern mit zwei humoralen Komponenten gibt, erklärt werden. Besonders der Befund von ARLOING<sup>1</sup>, der bei der Degeneration ein Überdauern der kardioakzeleratorischen Wirkung fand, läßt sich auf Grund der Befunde über den Acetylcholin- und Aneurin Gehalt degenerierender Nervenfasern im Sinne der zweiten Möglichkeit erklären. Vergleicht man am gleichen Tage nach der Operation den Gehalt eines degenerierenden Nerven an Acetylcholin und Aneurin,

so findet man, daß das Acetylcholin viel schneller verlorengeht als das Aneurin. Es muß daher erwartet werden, daß während der Degeneration die Wirkung des zweiten Vagusstoffes gegenüber dem ersten Vagusstoff immer stärker überwiegt. Allerdings ist es auch möglich, daß die kardioakzeleratorischen Fasern, falls solche überhaupt vorhanden sind, sehr viel langsamer degenerieren als die eigentlichen Vagusfasern.

Berücksichtigt man alle Argumente, so scheint es uns, daß es eher wahrscheinlich ist, daß am Ende des Nervus vagus gleichzeitig zwei Stoffe frei gesetzt werden, die humorale Antagonisten sind und je nach den Bedürfnissen der Stoffwechsellaage in ihrem gegenseitigen Gleichgewicht beeinflußt werden. In welcher Weise die Stoffwechsellaage des Gewebes das antagonistische Paar — erster und zweiter Vagusstoff — bezüglich des Gleichgewichtes beeinflußt, ist heute noch nicht eindeutig zu sagen. Es können lediglich die allgemeinen Gedanken skizziert werden, die eine solche Streuung als plausibel erscheinen lassen. Nach den Untersuchungen von OCHOA<sup>1</sup> ist für die Biosynthese des Acetylcholins Kohlehydrat, Cocarboxylase, Adenosintriphosphorsäure und Cocymase notwendig. Dabei ist es durchaus möglich, daß Cocarboxylase und Adenylsäure ein wechselseitiges Phosphatdonator- und -akzeptorsystem bilden, bei dem als Gegenspieler Aneurin und Adenosintriphosphorsäure eingreifen. Es ist wahrscheinlich, daß dann, wenn das Gleichgewicht zugunsten der Cocarboxylase verschoben ist, der Kohlehydratabbau verstärkt wird, während umgekehrt eine Vermehrung von Aneurin zu einer Hemmung der Dephosphorylierungsvorgänge führt. Es ist sogar möglich, auf dieser Basis ein Verständnis dafür zu gewinnen, warum Aneurin die Acetylcholinwirkung am Herz hemmt, während Cocarboxylase diese Wirkung fördert. Solche Erklärungsversuche werden aber aus dem Reiche der Spekulation zur brauchbaren Theorie erst durch eingehende Versuche, die noch zu unternehmen sind, herausgehoben. Vorderhand steht fest, daß je nach der Zuckerstoffwechsellaage im Herzmuskel der zweite Vagusstoff eine besondere Wirkung auf den ersten Vagusstoff ausübt. Ist der Zuckerumsatz groß, dann wird die Wirkung des ersten Vagusstoffes gedämpft, und es könnte auf dieser Grundlage die beobachtete Leistungssteigerung des Herzens im Interesse der Verdauungsarbeit entstehen. Ist der Zuckerumsatz klein, so kommt die Wirkung des ersten Vagusstoffes voll zur Geltung und es resultiert eine Ruhigstellung und Schonung des Herzens. Je nachdem, ob das Herz funktionell zum Verdauungsapparat zu zählen ist oder nicht, wird die Wirkung des von den Vagusenden bei Erregung frei gesetzten ersten Vagusstoffes durch den zweiten Vagusstoff modifiziert. Erster und zweiter Vagusstoff erscheinen als Antagonisten mit gleichem Funktionsziel, wenn es sich um

<sup>1</sup> ARLOING, S., und TRIPIER, L., Arch. Physiol. norm. path. 4, 411 (1871).

<sup>1</sup> OCHOA, S., Nature 141, 831 (1938).



die Erhaltung des Organismus in größerem Zusammenhange handelt. Man pflegt die Wirkung des ersten Vagusstoffes als negativ chronotrop, inotrop, bathmotrop und dromotrop zu beschreiben (Verminderung der Frequenz und des Schlagvolumens, Erhöhung der Reizschwelle und Verlängerung der Überleitungszeit). Die Wirkung des zweiten Vagusstoffes wäre in diesem Falle als positiv chronotrop, inotrop, bathmotrop und dromotrop zu bezeichnen, wobei darauf hingewiesen werden muß, daß der Umfang dieser Wirkung von der jeweiligen Stoffwechsellage abhängt und von ihr beeinflußt wird. Bei Winterfröschen, bei denen die Verdauungsfunktion durch den Hungerzustand vollständig ausgeschaltet ist, ist das Aneurin nicht nur weniger wirksam, sondern es wird bei Vagusreizung entweder in geringerer Menge frei gesetzt, oder rascher beseitigt. Damit wird die Frage der Inaktivierung des zweiten Vagusstoffes aufgeworfen. Sie ist heute noch nicht zu beantworten. Wir haben beobachtet, daß auch der zweite Vagusstoff nach einiger Zeit inaktiviert wird und daß auch hier ein besonderer Mechanismus vorliegen muß. Die Inaktivierung ist aber nicht so rasch wie diejenige des ersten Vagusstoffes durch die Cholinesterase, so daß sehr oft die fördernde Wirkung des zweiten Vagusstoffes die dämpfende Wirkung des ersten Vagusstoffes überdauert.

Wir stehen ganz am Anfang einer durch die Auf-  
findung des zweiten Vagusstoffes vorgezeichneten Entwicklung zu einer neuen Auffassung von der nervösen

Steuerung des Herzens. Manche der skizzierten Gedanken werden vielleicht durch neue Befunde modifiziert werden. Wir glauben aber, daß dem Antagonismus der beiden neurohumoralen Vagusstoffe eine tiefe physiologische Bedeutung zukommt.

### Summary

Acetylcholine was recognised to be the substance which was first described as "Vagusstoff" by OTTO LÖWI. It is the chemical mediator in all cholinergic nerves. Not only at the ending of a nerve, but also on its whole length acetylcholine can be formed and plays the rôle of an action-substance. It was discovered that *thiamin* is also set free from an insoluble precursor into a soluble form during excitation, on the whole length of a cholinergic nerve. Thiamin was designated as the second action-substance. The question arose if there are two action-substances, whether there might not be two chemical mediators? Actually thiamin is set free on vagus stimulation in the heart and diffuses into the perfusion fluid. On stimulation of the sympathetic chain no thiamin is formed. The thiamin set free at the vagus endings is a very active inhibitor of the acetylcholine action on the heart. Crystalline thiamin shows this effect also, but only in very strong concentrations. The action of this active thiamin, which we call the second vagus-substance depends on the sugar metabolism in the heart. If this metabolism is great the inhibition is strong, if it is small inhibition is feeble. During the process of digestion the heart is functionally part of the digestive system. During this phase heart action is stimulated by the strong inhibitory effect of the second vagus substance on the acetylcholine action.

## Das Problem der Bestimmung wahrer Meereshöhen und seine schweizerische Lösung

Von TH. NIETHAMMER, Basel

Unter der Meereshöhe eines Punktes versteht man die Länge desjenigen Stückes seiner Lotlinie, das zwischen dem Punkt und dem Meeresniveau liegt. Aus dieser Definition ist ersichtlich, daß Meereshöhen nicht direkt gemessen werden können, es sei denn, man lege die Lotlinie durch einen vertikalen Schacht frei und lasse das Meereswasser durch einen horizontalen Kanal bis zur Lotlinie des Punktes vordringen.

Zur Kenntnis von Meereshöhen gelangen wir nur dadurch, daß wir die Resultate zweier verschiedener Arten von Messungen miteinander kombinieren<sup>1</sup>. Die eine dieser Operationen, die in der Geodäsie als *geometrisches Nivellement* bezeichnet wird, besteht darin, daß man in der Mitte zwischen zwei Punkten, deren Höhendifferenz bestimmt werden soll, ein Fernrohr *J* aufstellt und mit seiner Hilfe eine horizontale Ziellinie absteckt

<sup>1</sup> F. R. HELMERT, Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, II. Teil (1884); CH. LALLEMAND, Nivellement de haute Précision (1889).

(Fig. 1). An senkrechten Meßblatten, die in den beiden Punkten *P'* und *P''* aufgestellt werden, liest man die

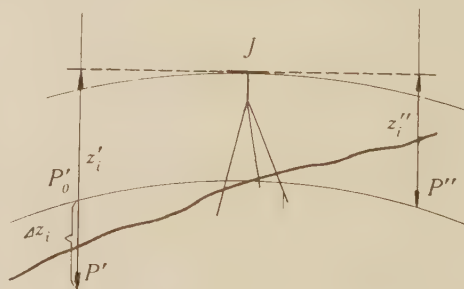


Fig. 1.

Zielhöhen  $z'_i$  und  $z''_i$  ab und bildet deren Differenz

$$\Delta z'_i = z'_i - z''_i.$$

Schneidet die Niveaufläche des Punktes *P''* die Lotlinie des Punktes *P'* im Punkt *P'\_0*, so ist der Abstand



$\Delta z_i$  der Punkte  $P'_0$  und  $P'$  nur dann gleich  $\Delta z'_i$ , wenn die Niveauflächen der Punkte  $J$  und  $P''$  parallel sind und wenn die Depressionen der Niveaufläche von  $J$  gegenüber der Ziellinie im Vor- und Rückblick gleich groß sind. Im allgemeinen ist das nicht der Fall; man hat deshalb zu untersuchen, ob die Differenz

$$\Delta z_i - \Delta z'_i \equiv P'P'_0 - \Delta z'_i$$

so klein ist, daß sie auch dann vernachlässigt werden darf, wenn man die Operation des Nivellierens an vielen aufeinanderfolgenden Punkten wiederholt und dann die Summe

$$\sum_{i=1}^n \Delta z'_i = z'_n$$

bildet. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß diese Vernachlässigung in Anbetracht der beim Nivellieren erreichbaren Genauigkeit immer erlaubt ist.

Wir bezeichnen die durch ein geometrisches Nivellement gewonnene Größe  $z'_n = z_n$  als *Nivellementshöhe* des Punktes  $P$ . Liegt der Anfangspunkt  $A$  des Nivellements im Meeresniveau (siehe Fig. 2), so ist  $z_n$  nicht gleich der Meereshöhe  $H_n$  des Punktes  $P$ :

$$\sum_A^P \Delta z_i = z_n \neq H_n,$$

weil die Niveauflächen nicht parallel sind. Bei dem in der Figur angenommenen Verlauf der Niveau-

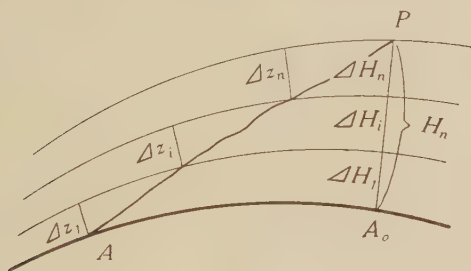


Fig. 2.

flächen liegen diese auf dem Nivellementsweg einander näher als in der Lotlinie des Punktes  $P$ ; in diesem Fall ist

$$z_n < H_n.$$

Es gibt so viele verschiedene Nivellementshöhen  $z_n$  des Punktes  $P$ , als es Wege gibt, auf welchen man vom Punkt  $A$  im Meeresniveau zum Punkte  $P$  gelangen kann, d. h. unendlich viele. Die Nivellementshöhe eines Punktes ist nur dann eindeutig festgelegt, wenn man den Weg angibt, auf dem sie gewonnen wird.

Nivellementshöhen können in Meereshöhen umgerechnet werden, wenn man die Arbeit kennt, die geleistet werden muß, um eine bekannte Masse vom Meeresniveau in das Niveau des Punktes  $P$  zu bringen. Ist  $g_i$  die mittlere Schwerebeschleunigung längs der Nivellementshöhe  $\Delta z_i$ , so wird, wenn die Masse gleich

1 ist, beim Übergang vom Meeresniveau ins Niveau von  $P$  die Arbeit

$$A_n = \sum_A^P g_i \Delta z_i \quad (1)$$

geleistet. Diese Arbeit ist bekanntlich unabhängig vom Weg des Überganges; wenn dem nicht so wäre, so könnte man ein Perpetuum mobile konstruieren, indem man eine Masse auf dem Weg, auf dem die kleinere Arbeit geleistet wird, ins obere Niveau befördert und auf dem Weg der größeren Arbeitsleistung ins untere Niveau zurückkehren läßt.

Denken wir uns nun, es werde die Masse 1 in der Lotlinie des Punktes  $P$  vom Meeresniveau in das Niveau von  $P$  gebracht, so ist die Arbeit gleich

$$A_n = \sum_{A_0}^P G_i \Delta H_i,$$

wenn den Schwerebeschleunigungen  $g_i$  auf dem Nivellementsweg die Schwerebeschleunigungen  $G_i$  in der Lotlinie und den Nivellementshöhen  $\Delta z_i$  die wahren Höhendifferenzen  $\Delta H_i$  entsprechen. Ist nun  $G_n$  die mittlere Schwerebeschleunigung in der Lotlinie von  $P$ , so daß

$$A_n = G_n H_n \equiv \sum_{A_0}^P G_i \Delta H_i \quad (2)$$

ist, so erhält man durch Gleichsetzung der Arbeitswerte (1) und (2):

$$H_n = \frac{1}{G_n} \sum_A^P g_i \Delta z_i. \quad (3)$$

Diese Beziehung sagt aus: die wahre Meereshöhe eines Punktes kann angegeben werden, wenn man 1) die durchschnittliche Schwerebeschleunigung in der Lotlinie des Punktes und 2) die Schwerebeschleunigungen längs der Nivellementslinie kennt.

Die zweite Art von Messungen, die neben dem geometrischen Nivellement ausgeführt werden müssen, besteht in der *Bestimmung der Schwerebeschleunigungen*  $g_i$ . Die ferner erforderliche Kenntnis der Durchschnittswerte  $G_n$  kann nur durch Rechnung erlangt werden.

In der Schweiz hat die Geodätische Kommission an 230 Stationen die Schwerebeschleunigung bestimmen lassen<sup>1</sup>. Die Methode der Bestimmung besteht darin, daß man die Schwingungszeit desselben Pendels sowohl an einer Referenzstation, wo die Schwere bekannt ist, als auch auf der Feldstation, deren Schwerewert gesucht wird, mißt und von den beobachteten Schwingungszeiten zum gesuchten Schwerewert übergeht; bekanntlich verhalten sich die Schwerewerte umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungszeiten.

Von den 230 Stationen liegen nur 125 an Nivellementslinien; da die Gesamtlänge des schweizerischen Nivellementsnetzes 3000 km beträgt, liegen die Sta-

<sup>1</sup> Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band XII, XIII, XV und XVI, enthaltend die Schwerebestimmungen der Jahre 1900 bis 1918.



tionen durchschnittlich 24 km auseinander. Die Stationen müssen sich viel dichter folgen, wenn ihre Schwerewerte die Berechnung der Arbeitswerte  $A_n$  mit derjenigen Genauigkeit erlauben sollen, die der Genauigkeit des geometrischen Nivellements entspricht. Weitere  $g_i$ -Werte kann man sich aber durch das folgende Interpolationsverfahren verschaffen<sup>1</sup>. Man denkt sich die oberhalb des Meeresniveaus in der Umgebung der Schwerestation liegenden Massen weggenommen und rechnet den beobachteten Schwerewert um auf denjenigen Wert, den man auf dem frei gelegten Meeresniveau beobachtet hätte. Man hat zu dieser Umrechnung drei Reduktionen zu ermitteln. Durch die erste Reduktion wird der beobachtete Wert übergeführt in denjenigen Wert, den man auf einer ebenen Platte, deren Dicke gleich der Höhe der Station ist, beobachtet hätte. Die zweite Reduktion befreit dann diesen Wert von der Anziehung der ebenen Platte, und die dritte trägt der Änderung der Schwere in freier Luft beim Übergang vom Stationsniveau ins Meeresniveau Rechnung. Die so reduzierten Schwerewerte zeigen gegenüber den beobachteten Werten nur noch verhältnismäßig schwache, systematisch verlaufende Änderungen, so daß man leicht durch Kurven diejenigen Punkte miteinander verbinden kann, welche gleich große reduzierte Werte haben. Einer solchen Darstellung kann durch Interpolation der reduzierte Schwerewert eines ganz beliebigen Punktes entnommen werden. Den Schwerewert, den man hier an der Oberfläche beobachtet hätte, erhält man nun dadurch, daß man die für diesen Punkt geltenden drei Reduktionen berechnet und sie mit umgekehrten Zeichen am interpolierten reduzierten Wert anbringt. Dieses Interpolationsverfahren kann man dadurch völlig hypothesenfrei gestalten, daß die erste und zweite Reduktion, die von der Gesteinsdichte abhängig sind, nicht mit deren wahren Wert zu ermitteln sucht, sondern mit einem *konstanten* Wert der Gesteinsdichte berechnet. Die reduzierten Schwerewerte nehmen dann allerdings nicht die Werte an, die man, abgesehen von den Unsicherheiten der Rechnung, auf dem frei gelegten Meeresniveau beobachtet hätte, sondern sind davon systematisch abweichende Werte. Der hierbei begangene «Fehler» fällt aber im interpolierten Wert wieder heraus, wenn man nur zur Berechnung der beiden ersten, von der Gesteinsdichte abhängigen Reduktionen wieder denselben konstanten Wert der Gesteinsdichte verwendet.

Während der mittlere Fehler der direkt beobachteten Schwerewerte  $\pm 1$  bis  $2 \cdot 10^{-3}$  gal (= cm sec<sup>-2</sup>) beträgt, ist der mittlere Fehler der interpolierten Werte auf  $\pm 3 \cdot 10^{-3}$  gal =  $\pm 3$  mgal anzusetzen.

Nicht völlig hypothesenfrei sind die Durchschnittswerte  $G_n$ , die aus den beobachteten oder interpolierten

Oberflächenwerten der Schwere unter Berücksichtigung der wirklichen Werte der Gesteinsdichten berechnet werden müssen<sup>1</sup>. Läge die Station auf einer ebenen Platte von konstanter Gesteinsdichte, so wäre der Wert der Schwere in der halben Meereshöhe der Station gleich dem gesuchten Durchschnittswert; er wird in diesem Falle dadurch erhalten, daß man den Oberflächenwert der Schwere vermindert um die Anziehung der ebenen Platte und dann die Änderung, welche die Schwere in freier Luft bei einer Verschiebung um die halbe Stationshöhe erleidet, anbringt. An dem so berechneten Wert ist nun noch eine Korrektur anzubringen, durch die die Abweichung der wirklichen Erdoberfläche von der angenommenen ebenen Platte und die wirkliche Gesteinsdichte berücksichtigt wird. Zur Berechnung der von der Topographie abhängigen, relativ kleinen Korrektur ist ein besonderes Verfahren entwickelt worden; wir verweisen dafür auf die spezielle Literatur<sup>1</sup>.

Mit dem Nachweis, wie man sich die Kenntnis der  $g$ -Werte längs den Nivellementslinien und der  $G$ -Werte längs den Lotlinien verschaffen kann, ist grundsätzlich die Aufgabe, wahre Meereshöhen aus Nivellementshöhen abzuleiten, gelöst. Bei der praktischen Durchführung der Aufgabe stellt sich noch ein weiteres Problem; dieses geht darauf zurück, daß alle Messungen durch Fehler entstellt sind. Die Linien, längs welchen die Nivellementshöhen gemessen werden, bilden ein Netz von sogenannten «Polygonen». Durchläuft man ein solches Polygon, bis man zum Ausgangspunkt zurückkehrt, so ist die Summe der fehlerfreien Nivellementshöhen nicht gleich null:

$$\sum_{i=1}^{P=A} \Delta z_i \neq 0,$$

sondern es ist

$$\sum_{i=1}^{P=A} g_i \Delta z_i = 0. \quad (4)$$

Man nennt

$$\sum_{i=1}^{P=A} |z_i - z_0|$$

den Schlußfehler des Polygons. Setzt man in der Beziehung (4):

$$g_i = g_0 + (g_i - g_0),$$

worin  $g_0$  ganz beliebig gewählt werden darf, so liefert sie:

$$z_0 = -\frac{1}{g_0} \sum_{i=1}^{P=A} (g_i - g_0) \Delta z_i.$$

Bei der Verwendung dieser Beziehung zur numerischen Berechnung des Schlußfehlers darf man abgerundete Werte der Nivellementshöhen verwenden. Es wird dadurch die Genauigkeit der Berechnung nicht beeinträchtigt; da man die Schwerewerte nicht

<sup>1</sup> TH. NIETHAMMER, Nivellement und Schwere als Mittel zur Berechnung wahrer Meereshöhen (1932); id., Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band XX (1939).

<sup>1</sup> TH. NIETHAMMER, Nivellement und Schwere als Mittel zur Berechnung wahrer Meereshöhen (1932); id., Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band XX (1939).



genauer als bis auf  $\pm 2\text{--}3$  mgal ermitteln kann und erst einer Höhenänderung von 3 m eine Änderung der Schwere von 1 mgal entspricht, dürfen die  $g$ -Werte, die sich auf die genauen Nivellementshöhen beziehen, auch als gültig für die abgerundeten Nivellementshöhen angenommen werden. Es bezeichne  $\Delta\bar{z}_i$  die abgerundete Nivellementshöhe. Zerlegt man den Arbeitswert  $\Delta_n$  in folgender Weise:

$$\sum_A^{P=A} g_i \Delta z_i \equiv \sum_A^{P=A'} g_i \Delta\bar{z}_i + \sum_{P=A'}^A g_i \Delta z_i = 0, \tag{5}$$

so kann  $A'$  als Punkt der Lotlinie des Ausgangspunktes  $A$  aufgefaßt werden, der die Nivellementshöhe

$$\sum_A^{P=A'} \Delta\bar{z}_i = 0$$

hat, so daß

$$z_0 \equiv \sum_A^{P=A} \Delta z_i = \sum_A^{P=A'} \Delta\bar{z}_i + \sum_{P=A'}^A \Delta z_i = \sum_{P=A'}^A \Delta z_i$$

wird. Ist  $g_A$  der Schwerewert im Intervall  $A'$  bis  $A$ , so erhält man aus der Beziehung (5), da für das letzte

Glied  $g_A z_0$  gesetzt werden darf und  $\sum_A^{P=A'} g_0 \Delta\bar{z}_i = 0$  ist:

$$z_0 = - \frac{1}{g_A} \sum_A^{P=A'} (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i.$$

Geht man von einem andern Anfangspunkt  $B$  aus, so erhält man

$$z_0 = - \frac{1}{g_B} \sum_B^{P=B'} (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i,$$

da der Schlußfehler unabhängig von der Wahl des Anfangspunktes ist. Ist  $g_A \neq g_B$ , so ist also auch

$$\sum_B^{P=B'} (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i \neq \sum_A^{P=A'} (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i.$$

Auf diese Ungleichheit nimmt die numerische Rechnung, die abgerundete Werte  $\Delta\bar{z}_i$  benützt, keine Rücksicht. Der Fehler, der daraus entsteht, ist zwar nicht erheblich, wenn nur ein innerhalb des Polygons vorkommender  $g$ -Wert an Stelle von  $g_A$  oder  $g_B$  benützt wird. Um den Fehler, der aus der Unbestimmtheit der Summe  $\sum (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i$  entsteht, im Durchschnitt der möglichen Fälle so klein als möglich zu machen, nehmen wir dafür das arithmetische Mittel  $\bar{g}$  der Schwerewerte in den Endpunkten der das Polygon bildenden Strecken. Um anzudeuten, daß es gleichgültig ist, von welchem Punkt des Polygons aus die Summe gebildet wird, führend wir die Gesamtzahl  $N$  der Strecken im Polygon ein und schreiben den Ausdruck für den Schlußfehler in der Form:

$$z_0 = - \frac{1}{\bar{g}} \sum_{i=1}^N (g_i - g_0) \Delta\bar{z}_i. \tag{6}$$

Von dem so berechneten Schlußfehler weicht der beobachtete Schlußfehler ab sowohl wegen der Fehler, die den eingeführten  $g_i$ -Werten anhaften, als wegen der Fehler, die man beim Nivellieren begangen hat.

Die Unsicherheit des berechneten Schlußfehlers kann abgeschätzt werden. Hat ein Polygon eine Länge von etwa 200 km und kommen darin nur mäßige Höhen-differenzen im Betrag von einigen hundert Metern vor, so beträgt der mittlere Fehler des berechneten  $z_0$ -Wertes etwa  $\pm 1$  mm; er kann bei Polygonen, die im Alpengebiet liegen, auf das 3- bis 4fache dieses Betrages ansteigen.

Die Differenzen

$$z_0 \text{ (beobachtet)} - z_0 \text{ (berechnet)} \equiv w$$

müßten von der Größenordnung der Fehler der berechneten  $z_0$ -Werte sein, wenn die Nivellementshöhen fehlerfrei wären. Die Differenzen  $w$ , die sogenannten Widersprüche, liefern uns also einen Maßstab zur Beurteilung der Genauigkeit des geometrischen Nivellements. Was für Beträge diese Widersprüche annehmen können, ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich. Die Angaben beziehen sich auf die Polygone des schweizerischen Landesnivellements, dessen Anlage aus der Fig. 3 hervorgeht; sie sind der von Dr. M. SCHÜRER im Auftrag der Schweizerischen Landestopographie durchgeführten Untersuchung «Die Reduktion und Ausgleichung des schweizerischen Landesnivellements» entnommen<sup>1</sup>.

Polygon	Beobachteter Schlußfehler	Berechneter	Widerspruch $w$
	mm	mm	mm
I	+ 37,63	+ 10,55	+ 27,08
II	+ 16,72	+ 19,56	− 2,84
III	+ 21,20	+ 14,37	+ 6,83
IV	+ 24,37	+ 1,19	+ 23,18
V	− 5,99	− 7,64	+ 1,65
VI	− 23,28	− 2,73	− 20,55
VII	− 3,11	− 0,05	− 3,06
VIII	+ 35,09	+ 5,39	+ 29,70
IX	+ 21,14	+ 4,37	+ 16,77
X	− 41,64	− 5,95	− 35,69
XI	+ 23,98	− 5,32	+ 29,30
XII	− 12,96	+ 5,24	− 18,20
XIII	− 58,03	− 61,49	+ 3,46
XIV	+ 25,81	+ 10,97	+ 14,84
XV	− 12,41	+ 21,12	− 33,55
XVI	+ 32,48	+ 1,93	+ 30,55
XVII	+ 24,18	− 2,56	+ 26,74
XVIII	− 45,69	− 29,57	− 16,12

Die Widersprüche sind nicht gleich null, aber in 14 von insgesamt 18 Polygonen ist, absolut genommen, der Widerspruch  $w$  kleiner als der beobachtete Schlußfehler; die Übereinstimmung des beobachteten Schlußfehlers mit dem berechneten ist besonders auffällig im Polygon XIII.

<sup>1</sup> M. SCHÜRER, Die Reduktion und Ausgleichung des schweizerischen Landesnivellements (1944). Annexe au Procès-verbal de la 88<sup>e</sup> Séance de la Commission géodésique suisse. En vente chez le Service topographique fédéral Wabern près Berne.







nach den Größen  $k_1, k_2, \dots, k_{18}$ , den sogenannten Korrelaten, als unbekannten aufzulösen. Die geuchten Verbesserungen  $\lambda_i$  ( $i=1, 2, \dots, n=48$ ) folgen dann aus den Beziehungen

$$\lambda_1 h_1 = k_1 p_1 + k_2 q_1 + k_3 r_1 + \dots,$$

$$\lambda_2 h_2 = k_1 p_2 + k_2 q_2 + k_3 r_2 + \dots,$$

$$\lambda_3 h_3 = k_1 p_3 + k_2 q_3 + k_3 r_3 + \dots,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\lambda_n h_n = k_1 p_n + k_2 q_n + k_3 r_n + \dots.$$

Von den 48 nach diesem Verfahren bestimmten Verbesserungen  $\lambda$  des schweizerischen Netzes liegen, absolut genommen,

bei durchschnittlicher  
Streckenlänge von

32 km	26 zwischen 0 und 5 mm
65 km	15 zwischen 5 und 10 mm
88 km	5 zwischen 10 und 15 mm
134 km	2 zwischen 15 und 25 mm

Aus der Summe der Quadrate aller Verbesserungen  $\lambda$  läßt sich der mittlere Fehler der Gewichtseinheit, das ist der mittlere Fehler der auf einer Strecke von 1 km beobachteten Nivellements höhe berechnen; er ergibt sich zu  $\pm 1,40$  mm. Der Nivellements höhe zweier Punkte, die auf dem Nivellementsweg eine Entfernung von  $L=400$  km haben, kommt also ein mittlerer Fehler von

$$\pm 1,40 \sqrt{L} = \pm 28 \text{ mm}$$

zu.

Von der Internationalen geodätischen Assoziation wird ein Nivellement als «Nivellement von hoher Präzision» bezeichnet, wenn der wahrscheinliche 1-km-Fehler nicht mehr als  $\pm 2,0$  mm, der mittlere 1-km-Fehler also nicht mehr als  $\pm 2,0 : 0,6745 = \pm 3$  mm beträgt. Daß der mittlere 1-km-Fehler im schweizerischen Landesnivellement erheblich unter diesem Betrag bleibt, ist um so bemerkenswerter, als die starken Steigungen der Bergstraßen die Einhaltung dieser Genauigkeitsgrenze erschweren.

Mit den ausgeglichenen Nivellements höhen kann man nun in die Beziehung (3) eingehen, um wahre Meereshöhen abzuleiten. Als Ausgangspunkt des schweizerischen Landesnivellements dient aber nicht ein Punkt im Meeresniveau, sondern der Fixpunkt, den General Dufour im Jahre 1820 auf einem erratischen Block im Hafen von Genf, der Pierre du Niton, hat anbringen lassen. Die Meereshöhe dieses Punktes ist zu 373,600 m angesetzt worden auf Grund der Anschlüsse des schweizerischen Nivellementsnetzes an die Nivellements der angrenzenden Länder (Frankreich, Deutschland, Österreich, Italien)<sup>1</sup>. Bei der Übertragung des Mittelwassers der Meere, an welches die Nivellements dieser Nachbarländer angeschlossen sind,

wurden nicht die wirklichen Schwereverhältnisse berücksichtigt; es wurde nur der normalen Schwerkraft  $\gamma$  Rechnung getragen gemäß der Formel

$$\gamma = \gamma_0 (1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta H),$$

in welcher  $\gamma_0$ ,  $\alpha$  und  $\beta$  Konstanten sind und  $\varphi$  die geographische Breite bezeichnet. Der angenommene Wert für die Höhe der Pierre du Niton kann deshalb nur als Annäherung gelten.

Ist  $H_A$  die Höhe des Ausgangspunktes und  $G_A$  die mittlere Schwere in seiner Lotlinie, so tritt an Stelle der Beziehung (3):

$$G_n H_n = G_A H_A + \sum_A^P g_i \Delta z_i. \quad (7)$$

Hierin ersetzen wir die aus der Ausgleichung hervorgegangenen Werte  $\Delta z_i$  durch die abgerundeten Werte  $\bar{\Delta z}_i$ . Ist  $P'$  der Punkt der Lotlinie von  $P$ , dem die Nivellements höhe

$$\sum_A^{P'} \bar{\Delta z}_i = \bar{z}_n$$

zukommt, so ist

$$G_n H_n = G_A H_A + \sum_A^{P'} g_i \bar{\Delta z}_i + g_P (z_n - \bar{z}_n).$$

Setzt man hierin

$$g_i = (g_i - g_0) + g_0,$$

$$G_A = (G_A - G_n) + G_n,$$

ferner

$$g_P = (\bar{g} - G_n) + G_n,$$

indem man aus dem gleichen Grunde wie bei der Ableitung der Formel (6) für den Schlußfehler den Schwerewert  $g_P$  im Intervall  $P'P$  durch den Mittelwert  $\bar{g}$  des Polygons ersetzt, so erhält man zur Berechnung der Differenz

$$(H_n - H_A) - z_n \equiv C,$$

das ist die Reduktion auf wahre Meereshöhe, die Beziehung

$$C \cdot G_n = \sum_A^{P'} (g_i - g_0) \bar{\Delta z}_i + (G_A - G_n) H_A + (g_0 - G_n) \bar{z}_n + (\bar{g} - G_n) (z_n - \bar{z}_n). \quad (8)$$

Weicht  $\bar{z}_n$  von  $z_n$  nur um 1 bis 2 Dezimeter ab, so darf der Einfluß des letzten Gliedes rechterhand auf die Reduktion  $C$  vernachlässigt werden; die Reduktion von  $z_n$  auf wahre Meereshöhe ist dann nicht als verschieden von der Reduktion des Punktes  $P'$

mit der Nivellements höhe  $\sum_A^{P'} \bar{\Delta z}_i$  zu betrachten.

Zur Illustration berechnen wir die Meereshöhe von Basel gegen die Pierre du Niton nach der Beziehung (8), indem wir, wie es in der Abhandlung von Dr. SCHÜRER

<sup>1</sup> J. HILFIKER, Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschluß an den Meereshorizont, Verlag der Abteilung für Landestopographie, Bern (1902).



geschieht, zwei verschiedene Wege einschlagen; es führt

- Weg 1 über Nyon—La Cure—Vuiteboeuf—La Cibur—Delémont,
- Weg 2 über Nyon—Lausanne—Yverdon—Grandson—Biel—Olten

nach Basel. Die Ausgangsdaten sind:

$$\begin{aligned} G_n &= 980,806 \text{ gal} & \bar{z}_n &= -10440 \text{ cm} \\ G_A - G_n &= -0,189 \text{ gal} & (z_n - \bar{z}_n)_1 &= +171,507 \text{ cm} \\ g_0 - G_n &= -0,806 \text{ gal} & (z_n - z_n)_2 &= +167,059 \text{ cm} \\ \bar{g} - G_n &= -0,156 \text{ gal} \end{aligned}$$

Man erhält damit, indem das Summenglied in (8) der SCHÜRERSchen Arbeit entnommen wird:

	Weg 1	Weg 2
$\sum_A^{P'} (g_i - g_0) \Delta z_i$	- 13617,77	- 9256,11 cm gal
$(G_A - G_n) H_A$	- 7061,04	- 7061,04 cm gal
$(g_0 - G_n) \bar{z}_n$	+ 8414,64	+ 8414,64 cm gal
$(\bar{g} - G_n) (z_n - z_n)$	- 26,76	- 26,06 cm gal
$\Sigma$	- 12 290,93	- 7 928,57 cm gal
$C = \Sigma : G_n$	- 12,532	- 8,084 cm
$z_n$	- 10268,493	- 10272,941 cm
$H_n - H_A$	- 10281,024	- 10281,025 cm
$H_A$	+ 37360	+ 37360 cm
$H_n$	27078,976	27078,975 <sup>1</sup> cm

Die Übereinstimmung der auf den beiden Wegen gefundenen Werte ist nur eine Rechenkontrolle; sie darf nicht als Kriterium der Genauigkeit aufgefaßt werden.

Das von  $\bar{g}$  abhängige Glied in der Beziehung (8) darf hier wegen des großen Betrages, um welchen  $z_n$  und  $\bar{z}_n$  voneinander abweichen, nicht vernachlässigt werden.

Die Beträge der Reduktion  $C$  auf wahre Meereshöhen sind mit - 12,5 und - 8,1 cm relativ groß in Anbetracht des geringen Höhenunterschiedes von 102 m. Zu welchen Beträgen die Reduktion im Alpengebiet ansteigen kann, mag das folgende Beispiel zeigen. Die auf dem kürzesten Weg gewonnene Nivellementshöhe des Großen St. Bernhards über Pierre du Niton ist:

$$z_n = 2096,569 \text{ m}$$

Die Reduktion  $C$  erhöht diesen Wert um

$$C = +0,348 \text{ m}$$

auf  $H_n - H_A = 2096,917 \text{ m}$ .

In der SCHÜRERSchen Abhandlung sind die wahren Meereshöhen über Pierre du Niton von allen Grenzpunkten gegeben, an welchen das schweizerische Landesnivellement an die Nivellements der Nachbarländer

<sup>1</sup> Der hier abgeleitete Wert von  $H_n$  weicht um +0,026 cm ab vom Wert der SCHÜRERSchen Abhandlung, weil in dieser für  $(\bar{g} - G)$  der weniger zutreffende Wert - 0,306 (statt - 0,156) verwendet wurde; praktisch ist die Abweichung bedeutungslos.

angeschlossen werden kann. Die Bedeutung und der Wert der Resultate, welche durch die Reduktion und die Ausgleichung des schweizerischen Landesnivellements gewonnen worden sind, wird sich erst erweisen, wenn ähnliche Arbeiten der Nachbarländer erlauben werden, den schweizerischen Nivellementhorizont an das Mittelwasser der europäischen Meere anzuschließen.

*Dynamische Höhen.* Die Durchschnittswerte  $G_n$  sind von der Dichte der Gesteinsmassen abhängig. Da diese Dichtewerte nicht genau bekannt sind, hat man, um die damit verbundene Unsicherheit zu umgehen, vorgeschlagen, überhaupt von der Ableitung wahrer Meereshöhen abzusehen und die Lage eines Punktes der Erdoberfläche durch den ihm zukommenden Arbeitswert

$$A_n = \sum_A^P g_i \Delta z_i$$

zu charakterisieren; diese Arbeitswerte, die berechnet werden können mit Hilfe von Größen, die der direkten Messung an der Erdoberfläche zugänglich sind, enthalten keinen hypothetischen Einschlag.

Bezieht man diese Arbeitswerte  $A_n$  auf eine Einheit, die rund 980mal größer ist als die ihnen im CGS-System zukommende Einheit, so nehmen sie Zahlenwerte an, die sich nicht stark von den in cm ausgedrückten Meereshöhen unterscheiden. Man hat zur Bezeichnung der so umgerechneten Arbeitswerte den Ausdruck *dynamische Höhen* geprägt. Ist die neue Einheit  $\gamma_0$ mal größer, so sind die dynamischen Höhen  $H_n^d$  definiert durch die Beziehung

$$H_n^d = \frac{1}{\gamma_0} \sum_A^P g_i \Delta z_i$$

Zur numerischen Berechnung dynamischer Höhen pflegt man für  $\gamma_0$  den Zahlenwert der normalen Schwere im Meeresniveau und in 45° geographischer Breite zu benutzen, das ist

$$\gamma_0 = 980,629.$$

Die dynamischen Höhen sind mit den wahren Meereshöhen verbunden durch die Beziehung

$$H_n = \gamma_0 \frac{H_n^d}{G_n}$$

Verbindet man zwei Punkte  $P_a$  und  $P_b$  von gleicher Meereshöhe durch einen Kanal, so weiß der Erbauer nicht, in welcher Richtung das eingeleitete Wasser den Kanal durchfließt. Gibt man dem Kanal ein kleines «Gefälle» von  $P_a$  nach  $P_b$ , so kann es theoretisch vorkommen, daß das Wasser von  $P_b$  nach  $P_a$  abfließt. Nur wenn die wahre Höhe  $H'_b$  desjenigen Punktes der Lotlinie von  $P_b$ , der die gleiche dynamische Höhe hat wie der Punkt  $P_a$ , größer ist als  $H_b$ , wird der Abfluß sicher in der Richtung des «Gefälles» vor sich gehen. Ist dagegen  $H'_b$  kleiner als  $H_b$ , so muß die Absenkung größer als  $H_b - H'_b$  gemacht werden. Praktisch spielt der Unterschied zwischen  $H_b$  und  $H'_b$  keine Rolle,

da es sich bei einigen Kilometern Kanallänge nur um wenige Zentimeter handeln kann.

*Bemerkungen zur Terminologie.* Bevor es möglich war, bei der Reduktion des geometrischen Nivellements von den wirklichen Schwereverhältnissen auszugehen, hat man sich darauf beschränkt, wenigstens den Einfluß der normalen Schwere in Rechnung zu stellen. Die so berechneten Reduktionen der beobachteten Nivellementshöhen hat man als *orthometrische* Reduktionen bezeichnet. In diesem Sinn ist der Ausdruck «orthometrisch» noch ausschließlich in der 1902 erschienenen Schrift «Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz» von Dr. J. HILFIKER gebraucht worden<sup>1</sup>. Später ist dieser Begriff auch zur Bezeichnung wahrer Meereshöhen verwendet worden, und man hat von orthometrischer Reduktion gesprochen, wenn man die Reduktion der Nivellementshöhe auf wahre Meereshöhe meinte. Um die neue Verwendung von der alten zu unterscheiden, mußte man zu ergänzenden Bezeichnungen greifen und hat von «gravimetrisch-orthometrischer» oder von «sphäroidisch-orthometrischer» Reduktion geredet, je nachdem die wirklichen oder nur die normalen Schwereverhältnisse der Berechnung zugrunde gelegt werden.

Da der Begriff «orthometrisch» nicht in eindeutigen Sinn gebraucht wird, ist es inkonsequent, von ortho-

<sup>1</sup> J. HILFIKER, Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschluß an den Meereshorizont, Verlag der Abteilung für Landestopographie, Bern (1902).

metrischen Höhen zu sprechen, wenn damit wahre Meereshöhen gemeint sind. Um nicht zu neuen Verwechslungen Anlaß zu bieten, haben wir hier, wie schon in der Abhandlung «Nivellement und Schwere als Mittel zur Berechnung wahrer Meereshöhen», den Begriff «orthometrisch» als überflüssig vermieden. Es kann kein Mißverständnis entstehen, wenn man einfach «Reduktion auf wahre Meereshöhe» statt «gravimetrisch-orthometrische Reduktion» und «sphäroidische Reduktion» statt «sphäroidisch-orthometrische Reduktion» sagt.

#### Summary

The gravity values determined in Switzerland by the Swiss geodetic Commission enable us to compute the closing errors in the polygons of the levelling net of the survey. The observed errors do not agree with the computed errors; the differences between the one and the other must be eliminated by a computation of compensation. There results from this computation also a mean error for 1 km; it amounts to  $\pm 1,40$  mm, so that the mean error of a levelling altitude difference measured over a length of 400 km is equal to  $\pm 1,40 \sqrt{400} = \pm 28$  mm.

The intrinsic altitude of a point, i. e. the length of the plumbline between the point and the sea level, can only be indicated if the mean gravity value along the plumbline is known. This value can be derived by computation from the surface gravity value of the point. The differences between the levelling altitude and the intrinsic altitude amount to 1 dm in flat regions and reach 3–4 dm in the Alps.

## Über Seuchenzüge bei pflanzlichen Infektionskrankheiten

Von ERNST GÄUMANN, Zürich

Unter einer *Epidemie* verstehen wir das örtlich gehäufte Auftreten einer Infektionskrankheit innerhalb eines begrenzten Zeitintervalls. Wenn eine Epidemie von altersher in einem Gebiet heimisch, endemisch ist, z. B. in Mitteleuropa der Schwarzrost des Getreides oder die Rotfäule der Fichten, so spricht man von einer *Endemie*.

Falls eine in einem bestimmten Gebiet heimische Infektionskrankheit ausbricht und unter Auslösung von Massenerkrankungen rasch auf ein neues Gebiet übergreift, so erhält die Eroberung des neuen Areals den Charakter einer *progressiven Epidemie*, eines *Seuchenzuges*; erstreckt sich der Seuchenzug über mehrere Kontinente und verursacht hier ein Massensterben, so spricht man von einer *Pandemie*.

Die *Voraussetzungen* für das Zustandekommen einer progressiven Epidemie sind im Pflanzenreich dieselben wie bei den epidemischen Erkrankungen des Menschen: es müssen auf seiten des Wirtes, des Erregers und der

Umweltbedingungen *gleichzeitig* eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein, insbesondere

auf seiten des Wirtes ein reichliches Angebot anfälliger Individuen, verursacht durch

- a) eine *Häufung* der anfälligen Individuen;
- b) eine *erhöhte* Krankheitsbereitschaft derselben, und
- c) die Anwesenheit geeigneter *Zwischenwirte*;

auf seiten des Erregers das Bestehen einer *Seuchenfähigkeit*, d. i. eines großen *epidemiologischen Potentials*, bedingt durch

- d) die Anwesenheit eines *aggressiven* Erregers;
- e) eine große *Reproduktionskraft* desselben;
- f) eine leichte *Ausstreubarkeit* des Erregers, und
- g) *plastische Entwicklungsansprüche* des Erregers; und

auf seiten der Umweltbedingungen

- h) Optimale *Witterungsverhältnisse* für die Entwicklung des Erregers (Meteoropathologie).



Die Hauptschwierigkeit für die Entstehung eines Seuchenzuges liegt in der *Synchronisierung* dieser Voraussetzungen: alle diese acht Faktorenkomplexe müssen *an einem bestimmten Orte zu gleicher Zeit* realisiert sein; gerät einer von ihnen in Verzug, so wird der Verlauf der Epidemie in Frage gestellt. Darum ist die Zahl der *epidemiogenen* Erreger, gemessen an der Gesamtzahl der parasitischen Mikroorganismen, gering.

Wir betrachten drei von diesen acht Faktorenkomplexen etwas näher, die *örtliche Häufung* der anfälligen Individuen, die Anwesenheit eines *aggressiven Erregers* und die Anwesenheit eines *geeigneten Zwischenwirtes*.

Die *örtliche Häufung* anfälliger Individuen ist in der Land- und Forstwirtschaft meist durch die Großkultur (Monokultur) gegeben; so dehnt sich das Weizenanbauggebiet in Nordamerika ohne jede natürliche Grenze in einem geschlossenen Areal mit Billionen anfälliger Individuen von Südmexiko bis Nordkanada auf eine Länge von rund 3000 km aus. Ähnliches gilt für das Reisareal in Südostasien. Hier entsteht aus wirtschaftlichen Gründen eine Keimstreuungs- und Erkrankungs-dichte, wie sie die Humanmedizin auch bei stärkster Agglomeration (Großstädte, Heeresdienst) niemals erreicht.

Der *aggressive Erreger* kann in der Pflanzenpathologie aus innern Gründen (Bastardierung, Mutation, Segregation usw.) aus endemischen, bisher harmlosen Erregern *neu entstehen*. Häufiger ist jedoch der andere Fall, daß er aus *florengeschichtlichen* Ursachen einem bestimmten Gebiet fehlt und später auf dieses übergreift.

Spezialisierte Erreger sind ja in der Regel geologisch jünger als ihre Wirte. Wenn ein ursprünglich geschlossenes tertiäres Florenareal wie das eurosibirisch-nordamerikanische aus erdgeschichtlichen Gründen (Einstürzen der Landbrücken) in zwei selbständige Florengebiete auseinanderbricht, so geht in den neuen Teilgebieten nicht nur die Weiterentwicklung der phanerogamischen Wirte, sondern nach ihr auch die Differenzierung ihrer Parasiten eigene Wege.

Bei der phanerogamischen Wirtsflora führt die nunmehr getrennte Weiterentwicklung zur Ausbildung zahlreicher *vikariierender* Arten, die den entsprechenden Arten des andern Florengebietes systematisch und biologisch nahestehen; aber sie haben den letzten Abschnitt der Erdgeschichte selbständig zurückgelegt und sind insbesondere durch die Krankheitserreger, die erst seit der geologischen Trennung in ihrer Heimat entstanden, *durchseucht* worden. Die Auslese durch diese Erreger hat die hochanfälligen Individuen von der Fortpflanzung ausgeschlossen und dadurch die entsprechenden Erbmassen eliminiert. Jede Seuche ist deshalb in ihrer endemischen Heimat verhältnismäßig milde.

Greift nun der *nach* der Trennung der beiden Florengebiete entstandene Erreger auf das andere Teilgebiet über, so holt er hier auf den vikariierenden Arten *innert*

*weniger Jahrzehnte* die Durchseuchung nach, die er in seiner Heimat *während geologischer Zeiträume* vollzog. Der Seuchenzug durch derartige Adventiverreger erreicht infolgedessen während der ersten Jahrzehnte eine Heftigkeit, die auf Grund der Beobachtungen im alteingesessenen Florengebiet niemals hätte vermutet werden können.

Es ist deshalb nicht ein Zufall, sondern *florengeschichtlich* bedingt, daß Europa während des letzten Jahrhunderts die Erreger der wichtigsten Seuchenzüge auf *europäischen* Kulturpflanzen, so den falschen und den echten Mehltau der Reben und den Stachelbeermehltau, aus Nordamerika bezog; umgekehrt hat Nordamerika einige seiner Pandemien aus Europa eingetauscht. In beiden Fällen darf man vermuten, daß es sich um Erreger handelt, die erst nach dem Aufbrechen des eurosibirisch-nordamerikanischen Florenareals entstanden und deshalb noch keine Gelegenheit hatten, die hochanfälligen Individuen der vikariierenden Arten auszumerzen.

Der dritte Faktorenkomplex, das Vorhandensein eines *geeigneten Zwischenwirtes*, sei an Hand eines forstlichen Beispiels, des *Blasenrostes* der *Weymouthskiefern*, *Cronartium ribicola* J. C. Fisch., umrissen. Dieser Pilz entwickelt sich in der geschlechtlichen Generation auf fünfnadligen Pinusarten (Arven, Weymouthskiefern usw.), dringt von den Nadeln her in die Zweige und den Stamm hinunter und bringt die Bäume zum Absterben oder entwertet sie jedenfalls technisch (Stammblasenrost). In der ungeschlechtlichen Generation bewohnt er die Blätter («Blattrost») der Ribesarten (Stachelbeeren, Johannisbeeren usw.). Er vermag in beiden Generationen zu überwintern: in den Pinusstämmen im *vegetativen* Zustand und auf den abgefallenen Ribesblättern durch die *Dauersporen*.

Sein jährlicher Entwicklungsgang ist der folgende. Das in den Stämmen überwinternde Myzel bildet im Frühsommer geschlechtliche Sporen, welche die jungen Ribesblätter infizieren, im Laufe des Sommers durch ungeschlechtliche Sommersporen auf den Ribessträuchern immer weiter um sich greifen und auf ihnen im Herbst Dauersporen anlegen. Diese keimen im folgenden Frühjahr und infizieren junge, sich eben entfaltende Nadeln der genannten Pinusarten. Der Pilz kann somit während der Vegetationszeit von Ribes zu Ribes übergehen, aber nicht von Pinus zu Pinus; von Pinus aus *muß* er Ribes befallen, und von Ribes aus *muß* er nach Anlage der Wintersporen eine Passage über eine fünfnadlige Pinus durchmachen. Der Wirtswechsel ist also zu Beginn und zu Ende der Vegetationszeit obligat; deshalb kann der Blasenrost nur dort auftreten, wo beide Wirte gemeinsam vorkommen.

Sämtliche Sporenformen dieses Erregers werden durch den *Wind* übertragen; die Infektionen erfolgen somit aerogen. Doch ist ihre Streuweite im Innern der Bestände nicht groß. In Abb. 1 diente als Keimquelle eine Gruppe schwer erkrankter Ribesbüsche. Die Ab-

szisse entspricht dem Abstand der Pinusbäume vom Mittelpunkt der Ribesbüsche. Die Ordinaten geben an, wie viele Rindenkreise auf eine Million Pinusnadeln angingen (also die Zahl der erfolgreichen spontanen Infektionen).

Im Abstand von 1,5 m wurden auf 1 Million Nadeln 46 Kreise gezählt, im Abstand von 10 m noch deren 5 und im Abstand von 15 m nur noch einer. Von da weg blieb die Erkrankungsrate im Radius von etwa 50 m ungefähr konstant. Die letzte Ferninfektion lag im Abstand von 500 m (maximale Streuweite).

Von Natur aus ist der Blasenrost in den Alpen und in Ostrußland und Sibirien endemisch und wechselt dort von der Arve auf wildwachsende Ribesarten hinüber. Das Bestehen dieser geographisch getrennten (disjunkten) Areale bestätigt die Regel, wonach wirtswechselnde Erreger meist nur mit ihrer Pflanzengesellschaft wandern. Die spättertiär nordische Arve drang im Verlauf der Eiszeiten in die Alpen ein und bildete dort nach dem Zurückweichen der Gletscher ein reliktsches Teilareal, in welchem sich auch der Blasenrost zu halten vermochte. Auf diese Weise entstanden in Eurasien die zwei genannten Blasenrostareale, das alpine und das ostrussisch-sibirische (Abb. 2, A und S). Die wirtschaftliche Bedeutung des alpinen Areals ist wegen der hohen Widerstandsfähigkeit der alpinen Arvenrasse gering; dagegen scheinen die sibirischen Rassen erheblich anfälliger zu sein.

Die spätere Blasenrostepidemie wurde durch das Zusammenwirken einer natürlichen und einer anthropogenen Voraussetzung bedingt.

Die natürliche Voraussetzung lag in dem Umstand, daß der weite europäische Raum zwischen den beiden auseinanderweichenden Blasenrostherden seit den Eiszeiten mit zahlreichen wildwachsenden und kultivierten Ribesarten erfüllt blieb. Doch konnte der Blasenrost nicht in diesen Raum einbrechen, weil der Zwi-

schenwirt für die heterogene Infektkette, die anfällige fünfnadlige Pinusart, fehlte. Beide Bedingungen für eine Epidemie, die Anwesenheit von anfälligen, fünfnadligen Pinusarten und ein zusammenhängendes Areal von Ribessträuchern, waren dagegen jenseits des Ozeans in den nördlichen Staaten der Union und in Kanada spontan erfüllt. Doch fehlte hier (offenbar aus erdgeschichtlichen Gründen) der Erreger und mit ihm die Krankheit.

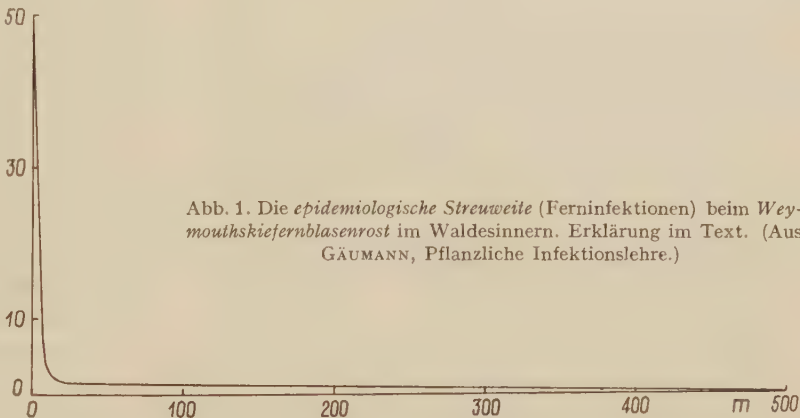


Abb. 1. Die epidemiologische Streuweite (Ferninfektionen) beim Weymouthskieferblasenrost im Waldesinnern. Erklärung im Text. (Aus GÄUMANN, Pflanzliche Infektionslehre.)

In dieses labile Gleichgewicht des europäischen und des nordamerikanisch-kanadischen Raumes griff nun der Mensch mit seinen wirtschaftlichen Maßnahmen ein.

Zunächst der europäische Raum. Die Forstleute importierten aus den Oststaaten der Union die Weymouthskiefer, *Pinus Strobus* L., eine wegen ihres weichen, astfreien Holzes und wegen ihrer Vorwüchsigkeit wertvolle Holzart, und pflanzten sie seit Beginn des 18. Jahrhunderts in ganz Europa nördlich der Alpen in großem Maßstab an. Hierzu hielten sie sich um so mehr für berechtigt, als die Weymouthskiefer in ihrer Heimat außer dem Hallimasch keine ernsthaften Feinde besaß. Durch diese Anpflanzungen wurde in Europa, nördlich der Alpen, künstlich eine neue Vergesellschaftung einer fünfnadligen Pinusart mit Ribessträuchern geschaffen, so daß nun vier derartige Areale bestanden:



Abb. 2. Das Areal des Weymouthskieferblasenrostes vor dem zweiten Weltkrieg. Auf Arven spontan in den Alpen (A) und in Ostrußland und Sibirien (S); auf andern wildwachsenden, fünfnadligen Pinusarten anthropogen in Nordamerika (N). Das in ganz Europa auf den eingeführten Weymouthskiefern geschaffene Blasenrostareal wurde zeichnerisch nicht hervorgehoben. (Aus GÄUMANN, Pflanzliche Infektionslehre.)



1. das natürliche *inneralpine* Arven-Ribes-Areal mit endemischem Blasenrost;
2. das ebenfalls natürliche *ostrussisch-sibirische* Arven-Ribes-Areal, auch seinerseits mit endemischem Blasenrost;
3. das natürliche *nordamerikanische* Weymouthskiefer-Ribes-Areal noch ohne Blasenrost, und
4. das *anthropogene mittel- und nordeuropäische* Weymouthskiefer-Ribes-Areal, ebenfalls noch ohne Blasenrost.

Durch die künstliche Schaffung eines fünfnadligen Pinus-Ribes-Raumes in unmittelbarer Nähe des endemischen alpinen und des endemischen ostrussisch-sibirischen Krankheitsareales entstand, ohne daß man es wußte (denn die hohe Anfälligkeit der Weymouthskiefer für den Blasenrost der *Arven* war nicht bekannt), für die Weymouthskiefer in der gesamten nördlichen Hemisphäre eine ernsthafte *latente Gefährdung*; aber noch fehlte im Weymouthskieferraum der Erreger und mit ihm die Krankheit.

Diese konnte erst hereinbrechen, als das europäische Weymouthsareal hinlänglich in sich geschlossen war und an den ostrussisch-sibirischen Arven-Blasenrost-raum heranreichte. Dieser Zustand wurde offenbar vor bald 100 Jahren erreicht. Der Rost ging infolgedessen auf den neuen, bisher ihm und der Wissenschaft unbekannten Wirt, die Weymouthskiefer, über und trat einen Seuchenzug nach Westen an, wurde 1865 im Baltikum beobachtet und verursachte zwischen 1865 und 1879 Epidemien in Finnland, Dänemark und Deutschland, 1880 in Schweden, 1885 in Holland, 1889 in Frankreich, 1892 in Großbritannien, 1894 in Belgien und 1895 in der Schweiz. Überall brach er mit einer Heftigkeit in die Anbauggebiete ein, daß in den ersten Jahren das Schicksal der Strobe besiegelt schien.

Bemerkenswert ist, daß der Seuchenzug nicht vom geographisch näher gelegenen alpinen, sondern vom fernen ostrussisch-sibirischen Herd ausging. Die geringe Erkrankungsichte und die geringe Erkrankungsheftigkeit im alpinen Arvenraum, die Areallücke von vielleicht 30 km Luftlinie zwischen diesem und dem mitteleuropäischen Stobusraum und die Höhe des Gebirgswalles bildeten offenbar ein unüberwindliches Hindernis für das Schließen der Infektkette zwischen dem endemisch-alpinen Arven-Ribes-Raum zum anthropogen neu geschaffenen mitteleuropäischen Stobus-Ribes-Areal.

Im mitteleuropäischen Stobus-Ribes-Raum schädigt der Erreger die Weymouthskiefer und die Ribessträucher in gleicher Weise. Die Benennung und Bewertung der Epidemie hängt deshalb von der beruflichen Blickrichtung ab. Der *Forstmann* spricht vom Weymouthskieferblasenrost und denkt böse über den Ribesbesitzer, der ihm den «Zwischenwirt» stellt; und der *Gärtner* spricht vom Stachelbeerrost und verübelt dem Forstmann dieses Geschenk.

Nachdem der Blasenrost innert 30 Jahren den künstlich geschaffenen, europäischen Weymouthskiefer-Ribes-Raum epidemisch durchschritten hatte, wurde er 1909 mit jungen Bäumen in die Nordoststaaten der Union eingeschleppt. Er brach damit in den *natürlichen* Weymouthskiefer-Ribes-Raum und in die *Heimat* dieses Baumes, nicht nur in ein künstlich geschaffenes Areal desselben, ein. Hier standen ihm neben der Weymouthskiefer, der Eastern white pine, im Osten des Kontinentes und Pinus monticola Dougl., der Western white pine, im Westen desselben, noch andere fünfnadlige Pinusarten wildwachsend und geschlossene Bestände bildend zur Verfügung, so daß die Blasenrost-epidemie in Nordamerika zu einer Pandemie anschwellen (Abb. 2, N).

Durch großzügige Vernichtung aller anfälligen Ribessträucher im natürlichen Verbreitungsgebiet der betr. Pinusarten und durch ein systematisches Ausschlagen aller infizierten Stämme wird seit 1922 versucht, die Krankheit einzudämmen.

Das Beispiel des Blasenrostes der Weymouthskiefer zeigt, wie eine harmlose, endemisch schlummernde Krankheit zu einer weltumspannenden, Millionenwerte vernichtenden Pandemie auswachsen kann, wenn in einen latent gefährdeten Raum, im vorliegenden Falle in das natürliche Ribesareal, ein anfälliger Zwischenwirt eingebracht wird.

Epidemiologisch ist an diesem Beispiel wichtig, daß der Blasenrost durch den *Export* der Weymouthskiefer aus Nordamerika nach Europa gewissermaßen gegenläufig aus der alten Welt in die neue *herübergeholt* wurde. Es ist einleuchtend, daß derartige Erfahrungen nicht nur gegen den *Import fremder Pflanzenarten*, sondern ebenso sehr gegen den *Export eigener Pflanzenarten* sprechen.

Trotz des alarmierenden Verlaufes der Blasenrost-epidemie während der ersten Jahrzehnte ist das Schicksal der Weymouthskiefer in Europa doch nicht besiegelt. Progressive Epidemien pflegen bei Pflanzenkrankheiten bilateral zu verlaufen: sie greifen anfänglich verheerend um sich und flauen dann aus Ursachen, die über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausgehen, in spätern Jahrzehnten zu einem konstanten Wert ab. Dieser säkulare Zyklus wurde auch vom Weymouthskieferblasenrost abgewandelt; nur läßt er sich hier aus technischen Gründen nicht zahlenmäßig belegen.

Der Sachverhalt sei deshalb an einem andern Beispiel, am *echten Mehltau* der Reben, *Uncinula necator* (Schw.) Burr. = *Oidium Tuckeri* Berk., geschildert. Der Pilz stammt aus Nordamerika (oder Japan) und wurde 1845 erstmals mit Sicherheit in England beobachtet. Er griff unmittelbar auf den Kontinent über und trat hier einen eigentlichen Seuchenzug an. 1848 nur in der Umgebung von Paris festgestellt, hatte er sich 1851 bereits über Südfrankreich, Italien, Südtirol, Schweiz und Westdeutschland ausgebreitet. Im folgenden Jahr sprang er auf Nordafrika (einschließlich Ma-

reira) und die östlichen Mittelmeerländer über, 1866 nach Australien, später nach Südafrika und 1891 nach Brasilien. Heute ist er wohl in allen Weinbaugebieten vorhanden.

Entscheidend sind die Jahre 1848–1852, in welchen er explosionsartig in die Rebbauggebiete Europas und Nordafrikas einbrach. Während dieser Zeit eroberte er nicht nur ein ungeheures Areal, sondern besaß überdies eine ungeheure Pathogenität; so ließ er in den Jahren 1850–1854 den durchschnittlichen Ernteertrag von ganz Frankreich (also verseuchte und nichtverseuchte Gebiete ineinander gerechnet) auf unter einen Viertel sinken (Tab. 1), eine wirtschaftliche Katastrophe für das ganze Land.

Mit dem Jahre 1854, also sechs Jahre nach dem Einbruch, überschritt die Mehltau-epidemie in Frankreich ihren Höhepunkt; sie klang in den folgenden Jahrzehnten ab und erreichte gewissermaßen einen Gleichgewichtszustand, einen konstanten Wert; sie wurde in Frankreich und in den übrigen Weinbaugebieten *endemisch*, jedoch in einer mildern Form, so daß sie mit chemischen Mitteln (Schwefelpräparaten) bekämpft werden konnte.

Dieses zyklische Abklingen erfolgt bei den progressiven Epidemien naturgemäß nur dann, wenn der

Mensch die Natur frei walten läßt; wenn er der spontanen Durchseuchung durch Bekämpfungsmaßnahmen

Jahr	Weinertrag	
	absolut, in Millionen hl	je ha Areal, in hl
1850	45,3	20,7
1851	39,4	18,1
1852	28,6	13,2
1853	22,7	10,4
1854	10,8	4,9

Tab. 1. Der Rückgang des Weinertrages in Frankreich als Folge der Invasion des echten Mehltaus, *Uncinula necator* (Schwein.) Burr. (Nach K. MÜLLER aus GÄUMANN, Pflanzliche Infektionslehre.)

entgegenarbeitet, so nimmt die säkulare Seuchenkurve einen andern, anthropogenen Verlauf; ein bekanntes Beispiel ist der falsche Mehltau (*Plasmopara*) der Reben.

#### Summary

For the initiation of an epidemic with a tendency to become wide-spread, various conditions must be fulfilled in the vegetable kingdom. Factors which can lead to such an epidemic are the same as in epidemic diseases in humans and concern the host, causative agents and environmental factors.

## Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires Comunicati provvisori - Preliminary reports

Für die vorläufigen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. — Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. — Per i comunicati provvisori è responsabile solo l'autore. — The Editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

### Über Helligkeitsbestimmungen an Gesteinen

**Inhalt:** Zur Bestimmung der Helligkeit von Gesteinen wird Vergleich mit einer 12stufigen Grauskala empfohlen und Ausdruck der Helligkeit in Zahlen («Grauwert» = «optische Dichte» der Photographen) vorgeschlagen.

Die Mehrzahl der Gesteine ist auf frischem Bruch nicht farbig, sondern heller oder dunkler grau. Die Helligkeit ist eine wichtige Gesteinseigenschaft. Eigentümlicherweise wurde meines Wissens bisher noch nie versucht, die Gesteinshelligkeiten genau zu bestimmen. Blättert man in der Literatur, so trifft man in buntem Wechsel auf die verschiedensten Bezeichnungen. Einige davon ließen sich leicht zu Stufenreihen von wenigstens qualitativem Wert ordnen, z. B. weiß — hellgrau — dunkelgrau — schwarz; weiß — grauweiß — weißgrau — grau — schwarzgrau — grauschwarz — schwarz. In der Regel werden aber Ausdrücke aus solchen Skalen beliebig mit Bezeichnungen wie kreideweiß, tiefschwarz, schmutziggrau, fast weiß, sehr dunkel, ziemlich hellgrau, nicht besonders dunkelgrau usw., gemischt verwendet. Auf Grund solcher meist subjektiv gefärbter Angaben kann man sich nur ein allgemeines Bild der Gesteinshelligkeiten machen. Für genaue Vergleiche (z. B. bei Verfolgung allmählicher Faziesveränderungen) sind solche Daten dagegen ungenügend.

Diesem Mangel läßt sich abhelfen, wenn man die Gesteinshelligkeiten mit einer geeichten, gleichmäßig abgestuften Grauskala bestimmt und in Zahlenwerten ausdrückt.

Grauskalen werden in der Photographie (Sensitometrie) schon lange gebraucht<sup>1</sup>. Die Helligkeit der Stufen wird durch das Verhältnis der Logarithmen der Intensitäten des einfallenden und des austretenden bzw. des reflektierten Lichtes (bei durchsichtigen bzw. undurchsichtigen Objekten wie z. B. photographischen Platten oder Papieren) angegeben. Nennt man die Intensität des einfallenden Lichtes  $I_0$  und diejenige des austretenden bzw. reflektierten Lichtes  $I$ , so lautet die Formel für die «optische Dichte» oder die «Schwärzung» der Platten oder Papiere oder, wie man allgemeiner sagen kann, für den «Grauwert» ( $= G$ ):

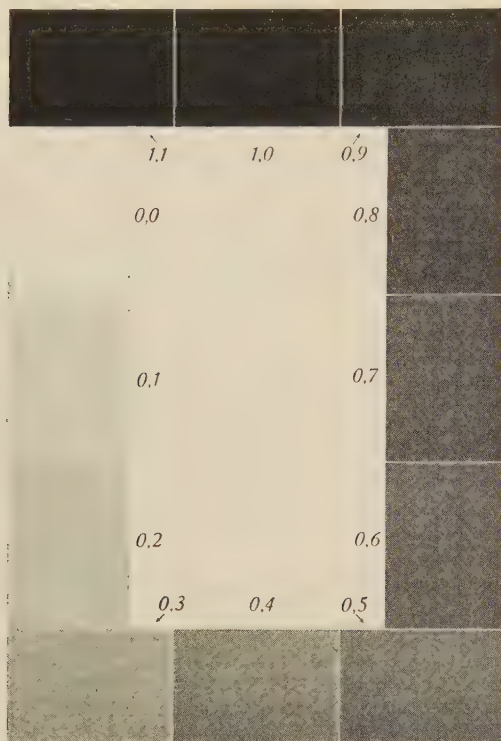
$$G = \log \frac{I_0}{I}$$

Die logarithmische Darstellung wird gewählt, um mit kleinen Zahlen arbeiten zu können, und weil dem menschlichen Auge eine logarithmische Progression der Schwärzung wie eine arithmetische Abstufung erscheint.

<sup>1</sup> Vgl. E. GOLDBERG, Der Aufbau des photographischen Bildes, Halle (1912); J. M. EDER, Ein neues Graukeil-Photometer, Halle (1920); F. WEIGERT, Optische Methoden der Chemie, Leipzig (1927); L. LOBEL und M. DUBOIS, Handbuch der Sensitometrie, Berlin (1930).



Zur Grauwertbestimmung von Gesteinen wurde eine 12stufige Grauskala auf photographischem Papier mit matter Oberfläche hergestellt und mit dem Densographen geeicht<sup>1</sup>. Die Grauwerte der 12 Stufen betragen 0,0 (weiß), 0,1, 0,2, ... bis 1,1 (schwarz). Höhere Grauwerte erwiesen sich für den Gesteinsvergleich als unnötig. Die Graustufen wurden auf den Rand eines Kartons geklebt, der zur bequemeren Handhabung in der Mitte mit einem Daumenloch versehen wurde (vgl. Abb.). Bei dieser Anordnung erscheint am Kontakt



Grauskala zur Bestimmung der Helligkeiten  
(Grauwerte) von Gesteinen.

zweier Stufen durch optische Täuschung stets die hellere Stufe etwas zu hell, die dunklere etwas zu dunkel. Da sich aber die Zwischenschaltung weißer oder schwarzer Streifen viel ungünstiger auswirkt, muß dieser Nachteil in Kauf genommen werden.

Die Bestimmung des Grauwertes eines Gesteins ist nun sehr einfach. Man hält bei gleichmäßiger Beleuchtung Gestein und Skala nebeneinander und sucht die übereinstimmende Graustufe der Skala heraus. Nach meinen Erfahrungen kann man mit einiger Übung halbe Stufen gut, meist auch noch Viertelstufen abschätzen. Die Stufenhöhe von 0,1 erwies sich bei der bisherigen Anwendung als günstig. Kleinere Stufen sind unnötig, da die Gesteinshelligkeiten oft an der gleichen Probe Schwankungen um 0,05 aufweisen. Größere Stufen würden wiederum die Genauigkeit der Bestimmungen beeinträchtigen.

Bei der Charakterisierung von Gesteinen dürften exakte Grauwertbestimmungen an frischen, luft-trockenen Bruchflächen am wichtigsten sein. Es können

<sup>1</sup> Bei der Herstellung der Grauskala beriet mich in liebenswürdiger Weise Herr Prof. Dr. FR. BÜRKI. Er besorgte auch die Ausmessung der Stufen am Densographen. Die photographische Arbeit wurde von Dr. WOLFGANG BRÜCKNER ausgeführt. Ihnen beiden sei auch an dieser Stelle für ihre Hilfe bestens gedankt.

natürlich auch die Helligkeiten angewitterter Oberflächen einzelner Fossilreste oder Mineralien, von Rutschspiegeln usw. bestimmt werden. Einige beliebig herausgegriffene Beispiele von Grauwertbestimmungen mögen dies belegen: Oolithischer Kalk: Frischer Bruch 0,55, angewitterte Oberfläche 0,4, Molluskenschalen darin 0,6. Fleckiger Sandkalk: Kalkarme Grundschantz 0,8, kalkreiche Flecken 0,6. Schiefermergel: Querbruch 0,8, Schichtflächen 0,9, Rutschspiegel 1,1.

Leichte Farbtöne können anschließend an die Grauwerte genannt werden, z. B.: Glaukonitischer Mergel: 0,85–0,9, grünlich. Die Helligkeit stark gefärbter Gesteine läßt sich mit der Grauskala weniger gut bestimmen. Kneift man bei der Beobachtung die Augen stark zu, so verringert sich der störende Einfluß des Farbunterschiedes. Er ließe sich bei Beobachtung durch farbige Filter wahrscheinlich ausschalten; dies müßte aber noch ausprobiert werden.

Die vorgeschlagene Methode dürfte auch in anderen Wissensgebieten mit Vorteil angewendet werden.

Die Grauskala (Abb.) wurde mit großer Sorgfalt gedruckt, um Helligkeitsabweichungen zu verhüten. Es dürfte sich aber dennoch empfehlen, die Stufenwerte vor dem Gebrauch am Densographen zu überprüfen.

WERNER BRÜCKNER

Basel, den 30. Juni 1945.

### Über die polarographische Bestimmung des Cl'-Ions

Die Polarographie eignet sich für die Bearbeitung zahlreicher Fragestellungen der qualitativen und quantitativen Analyse. In auffallend geringem Maß hat sie bis heute in die physiologisch-chemische Methodik Eingang gefunden. Es sei deshalb als Beispiel aus diesem Anwendungsgebiet kurz die quantitative Cl'-Bestimmung beschrieben.

Das Cl' gibt polarographisch eine anodische Stufe beim Potential der Kalomelektrode (REVENDA<sup>1</sup>). Bedingung dabei ist, daß das Quantum an Br', J', SO<sub>3</sub>'', CN', S' und S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'' zusammengekommen dasjenige der Cl' nicht übersteigt, da sonst die Stufe überdeckt wird. Im weiteren darf die Konzentration der Cl' eine Normalität von 0,004 nicht überschreiten, da andernfalls Strommaxima entstehen, die sich zu der Ionenkonzentration nicht proportional verhalten.

Ein großer Vorteil der Methode ist ihre Empfindlichkeit, indem es ohne weiteres möglich ist, auf polarographischem Wege die Cl'-Konzentration in Lösungen, die 0,5–1 mg% enthalten, mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die jeder mikrochemischen Methode zum mindesten gleichkommt. Es ist ohne weiteres eine Fehlergrenze von höchstens  $\pm 2\%$  für die Gesamtmethode zu erreichen, wobei die Fehler fast ausschließlich bei der Ausmessung der Kurven und bei der praktisch meist nötigen hohen Verdünnung des Substrats entstehen.

Ein weiterer großer Vorteil der Methode liegt darin, daß, ausgenommen ein Überschuß der obenerwähnten Ionen, andere anorganische und organische Stoffe (Eiweiß, N-haltige Verbindungen, Kohlehydrate etc.) die Bestimmung in keiner Weise beeinflussen. Es können ohne jede Vorbereitung Vollblut, Serum, Harn,

<sup>1</sup> REVENDA, J.: P. S. D. M. Electrode. Part I, Anodic polarisation and the influence of anions. Collection 6, 453 (1934).

Liquor, Schweiß, Augenkammerwasser oder andere normale oder pathologische Körperflüssigkeiten in die Grundleösung ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  n/10) eingebracht werden, wobei gewöhnlich ein Mengenverhältnis von  $0,05\text{--}0,1\text{ cm}^3$  auf  $10,0\text{--}20,0\text{ cm}^3$  zweckmäßig ist. Bedingung ist natürlich, daß das Cl frei ionisiert ist. Beim Einbringen von Vollblut tritt sehr rasch vollkommene Hämolyse auf. Die Verdünnungen können sofort polarographiert werden, wobei in der gleichen Probe beliebig viele Parallelbestimmungen nacheinander ausgeführt werden können. Eine Kurve, wie sie erhalten wurde, ist abgebildet (Fig. 1). Zur Eichung und Kontrolle dient eine Testlösung von NaCl.



Fig. 1. Polarogramm mit Cl'-Stufe. Ansatz Serum  $0,05\text{ ccm}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  n/10 ad  $5,00\text{ ccm}$ , Empfindlichkeit:  $1:50$ , Temperatur  $25^\circ\text{ C}$ . Die Stufe kann durch Vergrößerung der Empfindlichkeit der Apparatur beliebig groß geschrieben werden.

Die Bestimmung eignet sich als physikalische Methode und infolge ihrer Raschheit und Bequemlichkeit hervorragend für Reihenuntersuchungen. Funktioniert sie einmal einwandfrei, d. h. sind alle Versuchsbedingungen, speziell die Temperatur, streng standardisiert, so liegt praktisch die einzige Fehlermöglichkeit beim Verdünnen des Substrats. Die Methode kann infolge ihrer großen Empfindlichkeit und der Möglichkeit der Anwendung kleinster Substanzmengen ohne Mühe modifiziert und die Empfindlichkeit so gesteigert werden, daß eine genaue Cl'-Bestimmung in einem einzelnen Schweißtropfen oder in minimalen Mengen irgendwelcher biologischer Flüssigkeiten mit großer Genauigkeit ausführbar ist. Ihre Anwendung als quantitative Analyse ist lediglich begrenzt durch die Möglichkeit der genauen Feststellung der Menge des angewandten Substrats. Eine Bestimmung von  $5\cdot 10^{-6}\text{ g Cl/cm}^3$  mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\%$  ist durchaus möglich.

G. SCHÖNHOLZER

Physiologisches Institut «Hallerianum», Bern, den 15. Juli 1945.

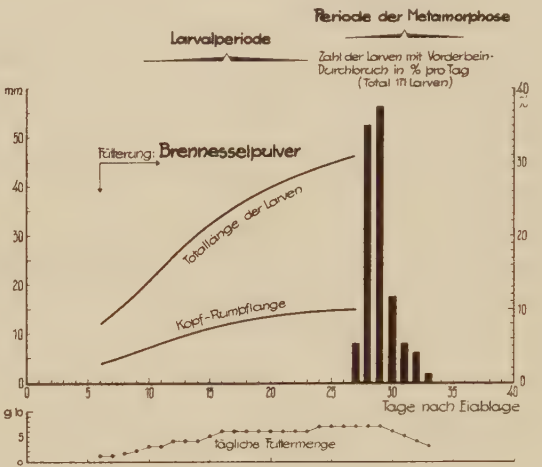
### Einfache Aufzuchtmethode von *Rana-temporaria*-Larven mit Brennesselpulver (*Herba Urticae*)

Froschkeime und -larven sind beliebte Studienobjekte für embryologische, entwicklungsmechanische, entwicklungsphysiologische und vor allem für hormonale

Untersuchungen. Nachdem für die Larven von *Xenopus laevis* die Ernährung standardisiert werden konnte (Brennesselpulver)<sup>1</sup>, wurde gezeigt, daß die Larvalperiode bei optimaler Fütterung eine für diese Art charakteristische Dauer besitzt (im Mittel 37 Tage bei  $20\text{--}21^\circ\text{ C}$ )<sup>2</sup>. Der Beginn der Metamorphose ist ein gesetzmäßiger; an einem bestimmten Zeitpunkt der Larvalentwicklung beginnt die Hypophyse vermehrt thyreotropes Hormon auszuschütten und die Schilddrüse wird aktiviert.

Im Verlaufe von Untersuchungen über die Funktion der Hypophyse bei den Amphibien wurde für *Rana-temporaria*-Larven ein ähnlicher gesetzmäßiger Beginn der Metamorphoseprozesse festgestellt (siehe Abbildung). Es zeigte sich, daß pulverisiertes, getrocknetes Brennesselkraut (*Herba Urticae*) — wie es im Handel erhältlich ist — ebenfalls ein vorzügliches und ausreichendes Futter für *Rana-temporaria*-Larven ist. Es ersetzt das bisher nicht einheitliche, von jedem Forscher anders zusammengesetzte Futter (rohes Fleisch, getrockneter Herzmuskel, Leber, Serum, Fischfutter, Algen<sup>3,4</sup>).

Die Larvalperiode von *Rana temporaria* ist deutlich kürzer als diejenige von *Xenopus*. Bei den unter den gleichen Bedingungen aufgezogenen *Xenopus*larven betrug die Larvalperiode im Mittel 34 Tage. Wird berücksichtigt, daß bei *Rana temporaria* die Vorderbeine erst kurz vor Beginn der Schwanzresorption durchbrechen,



Aufzucht von *Rana-temporaria*-Larven mit Brennesselpulver. Eiablage 25. Mai 1945: bei Versuchsbeginn 200 Larven; Verlust während der Larvalentwicklung 29 Larven. Bodenfläche des Aquariums  $42\times 54\text{ cm}$ , Wassermenge  $36\text{ l}$ , Wassertemperatur  $21\text{--}24^\circ\text{ C}$ , täglicher Wasserwechsel.

also zu einem Zeitpunkt, wo die Metamorphose schon ziemlich weit fortgeschritten ist, so ergibt sich bei *Rana temporaria* eine um etwa 10 Tage kürzere Larvalperiode als bei *Xenopus laevis*.

PAUL GASCHE

Aus den wissenschaftlichen Laboratorien der Ciba Aktiengesellschaft, Basel, den 16. Juli 1945.

<sup>1</sup> GASCHE, P., Rev. Suisse Zool. **50**, 262 (1943).  
<sup>2</sup> GASCHE, P., Helv. Physiol. Acta **2**, 607 (1944).  
<sup>3</sup> ABDERHALDEN, E., Handb. Biol. Arbeitsmeth., Abt. V, Teil 3A, 501 (1923).  
<sup>4</sup> BOMSKOV, CH., Hormonforschung **1**, 268 (1937).



## Über ein neues kristallisiertes Alkaloid aus *Erythrophleum Couminga Baillon*

G. DALMA<sup>1</sup> konnte im Jahre 1938 aus der Rinde von *Erythrophleum Couminga Baillon* ein kristallisiertes Alkaloid, das Coumingin, isolieren. Dieses wurde später als  $\beta$ -Oxyisovaleriansäureester des Cassains, welches aus *Erythrophleum guineense* Don gewonnen wird, identifiziert. Beide Alkaloide gehören trotz ihrer typisch digitalisartigen Herzwirkung nicht der Klasse der Steroide an, sondern sind als Dimethylaminoäthylester von Säuren der Diterpenreihe erkannt worden<sup>2</sup>.

Der Anteil des Coumingins an den aus der Coumingarinde isolierten Gesamtalkaloiden beträgt nur etwa 20%. Der Hauptteil der Coumingabasen bleibt nach der Abtrennung des kristallisierten Coumingins als amorphes Alkaloidgemisch zurück. Aus diesem konnten wir nun, nach Entfernung der sekundären Basen durch Nitrosierung, durch mehrmalige chromatographische Reinigung ein neues kristallisiertes Alkaloid gewinnen.

Dieses Alkaloid<sup>3</sup> läßt sich aus einer Säule von Aluminiumoxyd (Aktivität II–III<sup>4</sup>) mit Petroläther-Benzol 1:1 eluieren. Es kristallisiert aus Äther oder Äther-Petroläther in schönen Nadeln vom Smp. 149 bis 151°. Aus Azeton-Wasser erhält man es in Form glänzender Blättchen, die ein Mol Kristallwasser enthalten. Seine spezifische Drehung in Alkohol beträgt  $[\alpha]_D^{25} = -47^\circ (\pm 2^\circ)$ . Die Analysenwerte stimmen für die Bruttoformel  $C_{25}H_{39(41)}O_6N$ , während Coumingin der Formel  $C_{29}H_{47}O_6N$  entspricht.

Bei Zimmertemperatur ließ sich das Alkaloid nicht acetylieren, während eine Acetylierung bei 90° nach chromatographischer Reinigung und Hochvakuumdestillation zu einem scharf bei 100° schmelzenden Mono-acetyl-Derivat der Bruttoformel  $C_{27}H_{41}O_7N$  führte.

Das neue Alkaloid macht etwa 3–4% der Gesamtalkaloide von *E. Couminga* und etwa 0,01–0,02% der Rinde aus.

Außer dem neuen Alkaloid konnten aus den Mutterlaugen des Coumingins auch zwei bereits bekannte kristallisierte Basen, das Cassain und das Cassaidin, die bis jetzt nur in der Rinde des *E. Guineense* Don<sup>1</sup> aufgefunden worden sind, isoliert werden.

L. RUZICKA, PL. A. PLATTNER und B. G. ENGEL

Organisch-chemisches Laboratorium der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich, den 20. Juli 1945.

<sup>1</sup> G. DALMA, Atti X Con. Int. Chim. Roma, Bd. 5, S. 294 (1938).

<sup>2</sup> L. RUZICKA, G. DALMA und W. E. SCOTT, Helv. Chim. Acta 24, 63 (1941); G. DALMA, Ann. Chim. Appl. 25, 567 (1935); Helv. Chim. Acta 22, 1497 (1939); L. RUZICKA, G. DALMA, B. G. ENGEL und W. E. SCOTT, Helv. Chim. Acta 24, 1449 (1941).

<sup>3</sup> Für nähere Angaben über die Aufarbeitung der Mutterlaugen des Coumingins s. B. G. ENGEL, Diss. ETH. Zürich (1945).

<sup>4</sup> H. BROCKMANN und H. SCHODDER, Ber. Deutsch. Chem. Ges. 74, 73 (1941).

## Zur Kenntnis des Korkes

Der Kork, die Rinde der Korkeiche (*Quercus Suber*), ist so allgemein bekannt, daß es erstaunlich ist, wie wenig man eigentlich über dieses wichtige Produkt weiß. Die vielen Angaben der Literatur widersprechen sich und es ist nicht möglich, sich ein Bild von der tatsächlichen Zusammensetzung des Korkes zu machen. Man weiß nicht einmal sicher, ob im Kork Zellulose und Lignin enthalten ist. Wir möchten daher kurz über unsere Resultate berichten.

Wenn man Korkpulver erschöpfend mit Alkohol oder Benzol extrahiert, dann gehen rund 20% der Substanz in Lösung. Die Extraktion dauert bis zu 4 Wochen. Der Extrakt stellt ein Gemisch von Wachsen und Terpenen dar (FRIEDELIN, CERIN). Glycerin konnte nicht nachgewiesen werden.

Wenn der erschöpfend extrahierte Kork mit 3%iger wässriger Natronlauge verseift wird, dann gehen noch einmal rund 50% der ursprünglichen Substanz in Lösung. Die gelöste Substanz stellt ein sehr kompliziertes Gemisch der verschiedensten Fettsäuren dar, die zum Teil charakterisiert worden sind. Darüber gibt die Literatur Auskunft.

Der Rückstand, rund 20% des ursprünglichen Materials, ist ein Gemisch von Lignin und Zellulose. Die Trennung der beiden Komponenten erfolgt nach bekannten Methoden. Das Lignin kann quantitativ mit Chlordioxyd zerstört werden, wobei reine Zellulose ( $C_6H_{10}O_5$ ) zurückbleibt. Wir haben daraus das Trinitrat ( $N=13,4\%$ ) und das Triazetat hergestellt. Ferner löst sich die Zellulose glatt in Kupferoxydammoniak und gibt bei der Hydrolyse mit Schwefelsäure quantitativ Glukose, die ebenfalls identifiziert wurde. Das Lignin kann seinerseits leicht von der Zellulose getrennt werden (Hydrolyse der Zellulose oder Lösen derselben in Kupferoxydammoniak). Das erhaltene Lignin hat einen Methoxylgehalt von 12,29% und stellt demnach ein normales Lignin dar.

**Zusammenfassung:** Kork aus *Quercus Suber* ist ein Holz (Gemisch von Zellulose und Lignin), das mit Wachsen und polymerisierten Fettsäuren durchtränkt ist.

### Zusammensetzung:

Wasser .....	ca. 7%
Extrahierbar mit Alkohol .....	20%
Verseifbar .....	50%
Zellulose .....	11%
Lignin .....	12%
Summe .....	100%

Die angegebenen Zahlen sind nur angenähert, weil Kork oft jahrelang am Baume ist und daher die Wachse und Fettsäuren weitgehend verändert werden. Je nach der Provenienz sind die Verhältnisse verschieden. Auf keinen Fall handelt es sich um eine genau definierte Verbindung.

H. E. FIERZ-DAVID und C. ULRICH

Zürich, den 25. Juli 1945.

## Über den Aneuringehalt des ungereizten und gereizten Froshnerven nach Vergiftung mit Mono-Jodessigsäure

Im Jahre 1932 zeigte FENG<sup>1</sup>, daß das Aktionspotential eines mit Mono-Jodessigsäure vergifteten Nerven nach kurzer Zeit absinkt und erklärte dies damit, daß durch die Blockierung der Milchsäurebildung in Analogie zum Muskelstoffwechsel die nötige Energie zur Restitution der Aktionsbereitschaft nicht mehr geliefert wird. Nach Zugabe von Laktat gleichzeitig mit der Mono-Jodessigsäure wurde eine wesentlich längere Erregbarkeit erzielt. SHANES und Mitarbeiter<sup>2</sup> bestätigten

<sup>1</sup> FENG, T. P., J. of Physiol. 76, 477 (1932).

<sup>2</sup> SHANES, A. M. and BROWN, D., J. of Cell. Comp. Physiol. 19, 1 (1942).

iese Versuche bezüglich des Ruhepotentials und fanden, daß Zusatz von Brenztraubensäure eine vollständige Erholung des vergifteten Nerven bewirkte.

v. MURALT<sup>1</sup> seinerseits konnte durch sein Einfrierverfahren zeigen, daß während der Erregung Aneurin in einer noch nicht sicher eruierten Form im Nerven freigesetzt wird.

Da Aneurin in entscheidender Weise in den Endabbau der Kohlehydrate eingreift und dabei wahrscheinlich die Wechselbeziehung Aneurin-Cocarboxylase während der Erregung und in der Erholungsphase eine Rolle spielt<sup>1</sup>, stellten wir uns die Frage, ob bei Vergiftung mit Mono-Jodessigsäure eine bestimmte Aneurinform im erregten Nerven fixiert und damit angereichert nachweisbar würde.

Zu diesem Zwecke wurde einheimischen Temporarien in Äthernarkose mittels Thermokauter das Rückenmark durchtrennt, hernach in den Rückenlymphsack 0,4 mg neutralisierte Mono-Jodessigsäure pro Gramm Körpergewicht injiziert. Nach Eintreten vollständiger Starre an vorderen Teile des Tieres (die hinteren Extremitäten gelähmt schlaff), welche meist nach 30—60 Minuten eintrat, wurde das Tier dekapitiert und die vergifteten, aber ungereizten nn. ischiadici vorsichtig, ohne Reize zu setzen, präpariert.

Der eine Nerv (U) wurde in Ätherdämpfen narkotisiert und in flüssige Luft eingelegt. Der andere Nerv (R) wurde während 10—15 Minuten tetanisch gereizt und dann gleich behandelt wie U. Beide Nerven wurden einzeln in gefrorenem Zustande gewogen und hernach in tiefgekühlten Mörsern mit ausgeglühtem Seesand zerpulvert und mit Ringerlösung (1 ccm pro 10 mg Nervengewicht) während genau 10 Minuten extrahiert. Sofort anschließend wurde 30 Minuten lang zentrifugiert und das klare Zentrifugat zur Aneurinbestimmung benutzt.

Das freie Aneurin wurde mit der von uns beschriebenen Mikrothiochrommethode<sup>2,3</sup>), das Gesamtaneurin mit einem Mikrophycomycestest nach SCHOPFER<sup>4</sup> be-

stimmt. Die Resultate einer Versuchsreihe sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt.

Daraus ist zu entnehmen, daß der gereizte Nerv im Durchschnitt zirka 50 % weniger freies Aneurin enthält als der ungereizte, während der Gesamtaneuringehalt im Durchschnitt — bei ziemlich großen Schwankungen der Einzelwerte — in beiden Gruppen gleich groß ist.

Die vorliegenden Befunde definitiv zu erklären ist noch nicht möglich. Folgende Überlegungen aber könnten die Resultate verständlich machen:

Mono-Jodessigsäure verhindert bekanntlich im Kohlehydratabbau die Bildung von Phosphoglyzerinsäure und Glycerinphosphorsäure aus Triosephosphat. Infolgedessen ist der weitere Kohlehydratabbau blockiert, und die nötige Energie zur Erhaltung der Aktionsfähigkeit wird nicht mehr geliefert. Nach Zugabe von Brenztraubensäure kann aber diese Energie durch den Abbau der Brenztraubensäure gewonnen werden. Eine wichtige Rolle beim Kohlehydratabbau spielen die Phosphorylierungsprozesse, in die sehr wahrscheinlich auch das Aneurin eingreift<sup>1</sup>. Ja, Aneurin dürfte identisch sein mit dem von SHANES<sup>2</sup> angegebenen Faktor X, der das Phosphat der Phosphorbrenztraubensäure über Adenosintriphosphorsäure an sich binden soll und somit als Cocarboxylase den Brenztraubensäureabbau ermöglicht. Durch die dabei frei werdende Energie dürfte das Phosphat wieder vom Aneurin abgespalten und zum Beispiel an Adenylsäure gebunden werden.

Nach Vergiftung mit Mono-Jodessigsäure kommt Phosphorbrenztraubensäure nicht mehr als Phosphatdonator in Frage, und es ist anzunehmen, daß das Phosphat vom Triosephosphat an das Aneurin gelangt, so daß trotzdem Cocarboxylase gebildet wird. Nur so ist es verständlich, daß zugefügte Brenztraubensäure normal abgebaut werden kann. Ohne Zugabe von Brenztraubensäure müßte es aber zu einer Anhäufung von gebundenem Aneurin kommen, was mit unseren Befunden übereinstimmt.

Um diese Theorie zu stützen, müßte nachgewiesen werden, daß diese Anhäufung von Cocarboxylase nicht nachweisbar ist, wenn man Brenztraubensäure dem vergifteten Nerven zugibt, ebenso wenig sollte sie auftreten, wenn der Nerv durch hohe Dosen von Natriumfluorid vergiftet wird, da dabei auch die Adenosintriphosphatase gehemmt wird, welche als Phosphatüberträger an Aneurin in Betracht kommt<sup>2</sup>. Diese Fragen werden Gegenstand weiterer Untersuchungen im Hallerianum sein.

A. und F. WYSS

Hallerianum Bern, den 25. Juli 1945.

<sup>1</sup> v. MURALT, A., Schweiz. med. Wschr. 37, 1101 (1943).

<sup>2</sup> SHANES, A. M., and Brown, D., J. of Cell. Comp. Physiol. 19, 1 (1942).

Freies Aneurin $\gamma$ /g Nerv			Gesamtaneurin $\gamma$ /g Nerv		
U	R	R in % von U	U	R	R in % von U
1,55	0,59	38			
0,65	0,30	46	1,1	0,96	87
0,62	0,31	50			
0,55	0,22	40	1,0	1,0	100
			0,82	1,25	133
			0,73	1,03	141
			0,84	1,28	152
1,25	0,85	68			
0,88	0,70	80	1,17	1,36	116
			0,97	1,05	108
			0,49	0,84	170
			1,80	1,24	69
			1,48	0,80	54
0,67	0,30	45	1,20	1,25	104
1,55	0,64	41	0,94	0,86	92
Mittel		51 %			101 %

<sup>1</sup> v. MURALT, A., Schweiz. med. Wschr. 37, 1101 (1943).

<sup>2</sup> WYSS, F., Helv. Physiol. Acta 2, 121 (1944).

<sup>3</sup> WYSS, F., und v. MURALT, A., Helv. Physiol. Acta 2C, 61 (1944).

<sup>4</sup> SCHOPFER, W. H., und JUNG, A., Zeitschr. f. Vitaminforschung 7, 143 (1938).

## Urethan als Follikulinantagonist

Die klinischen Nebenwirkungen der Follikulintherapie werden oft nicht erkannt. Wir haben sie zuerst an Kastratinnen beobachtet. Hier treten häufig in rhythmischer Folge frühere durch die Kastration verschwundene menstruelle und intermenstruelle Symptomenkomplexe



wieder hervor<sup>1</sup>. Neben pseudomenstruellen und -intermenstruellen Blutungen (bei erhaltenem Uterus) zeigen sich zu den entsprechenden Zeitpunkten vor allem auch vegetativ dystone Auswirkungen von Tonusänderungen verschiedener Organe und Organsysteme, z. B. angiospastische Symptome in Form von Migräneanfällen, Schwindel, Kopfschmerzen, rheumatiformen Schmerzen und Parästhesien, Arm- und Beinkrämpfen, Angina-pectoris-artige Herzbeschwerden, daneben Pollakisurie, Darmkoliken, Dysmenorrhoe, etc. Wir haben diese Symptome entsprechend ihrer Genese bei Kastratinnen als «hyperfollikulinische» bezeichnet und nachträglich gefunden, daß sie größtenteils mit den von französischen Autoren als «hyperfolliculinisme» beschriebenen übereinstimmen, obgleich ursprünglich andere Überlegungen zu diesen Begriffen führten.

Analoge klinische Manifestationen finden sich auch bei Nichtkastratinnen<sup>2</sup>, bei denen die ovarielle Funktion und ihre Beziehung zu den übrigen Gliedern des neuroendokrinen Systems entsprechend verändert sind. Oft treten sie spontan oder schon nach minimen oralen Follikulinmengen (z. B. auf 0,1 mg Ovocyclin pro die per os, 3—4 Tage in der ersten Zyklushälfte gegeben) auf, sowohl während der Medikation als vor allem im darauffolgenden Prä- und Intermenstruum, z. B. bei manchen Fällen von partieller Kastration, im Präklimakterium und Klimakterium, bei Regulationsstörungen während oder nach Gravidität infolge konstitutionell minderwertiger Anlage der Ovarien, usw.

Hyperfollikulinische Symptome können nach unsern Beobachtungen die verschiedensten Organaffektionen vortäuschen, müssen aber auch gegenüber vegetativer Dystonie anderer Genese abgegrenzt werden. Charakteristisch ist ihre Erzeugung oder Verstärkung durch Follikelhormon, die übrigens in direktem Gegensatz zum Rückgang der hypofollikulinischen Auswirkungen relativen Follikulindefizits, z. B. der Kastrationsfolgen, stehen.

Nach unsern neuesten Feststellungen haben aber auch andersartige Stoffe<sup>3</sup> diesen Effekt, so daß also bei geeigneter Dosierung z. B. männliche Keimdrüsenhormone, Schilddrüsenhormone, Vitamin B<sub>1</sub> und Nikotinsäureamid ebenfalls hyperfollikulinische Symptome hervorrufen können.

Die Zusammengehörigkeit der polymorphen klinischen, hyperfollikulinischen Erscheinungen zeigt sich umgekehrt auch durch ihre einheitliche Abschwächung oder Behebung unter Progesteronmedikation und ebenfalls unter Medikation mit andersartigen Stoffen<sup>3</sup>, z. B. Urethan.

Die überraschende antifollikulinische Wirkung des Urethans haben wir vor zirka einem Jahr entdeckt und seither bei 296 Fällen immer wieder beobachtet und verwertet.

Unter intravenöser, intramuskulärer und transkutaner Urethanmedikation wurden die hyperfollikulinischen Beschwerden nachstehender Fälle vorübergehend oder dauernd folgendermaßen beeinflusst:

a) medikamentöser Hyperfollikulinismus: gebessert oder behoben:	
operative Totalexstirpation . . . . .	29 Fälle
Röntgenkastration . . . . .	32 „
partielle Kastration . . . . .	15 „
Präklimax und Klimax . . . . .	11 „
Postklimax . . . . .	1 Fall
Regulationsstörungen nach Gravidität . . . . .	1 „
Regulationsstörungen nach Infekten . . . . .	3 Fälle
konstitutionelle Störungen . . . . .	3 „
total	95 Fälle

b) spontaner Hyperfollikulinismus: gebessert oder behoben:	
Präklimax . . . . .	47 Fälle
Klimax . . . . .	53 „
Postklimax . . . . .	8 „
konstitutioneller Hyperfollikulinismus oder solcher unklarer Genese	37 „
Regulationsstörungen nach Gravidität . . . . .	25 „
Regulationsstörungen während Gravidität . . . . .	15 „
Regulationsstörungen nach Infekten . . . . .	7 „
konstitutionelle Anomalien . . . . .	3 „
total	195 Fälle

c) unbeeinflusst durch Urethan blieben:	
Status nach Röntgenkastration mit fraglichem medikamentösem Hyperfollikulinismus: . . . . .	1 Fall
Dysmenorrhoe fraglicher hyperfollikulinischer Genese . . . . .	5 Fälle
total	6 Fälle

medikamentöser Hyperfollikulinismus gebessert . . . . .	95 Fälle
spontaner Hyperfollikulinismus, gebessert . . . . .	195 „
unbeeinflusste Fälle . . . . .	6 „
insgesamt	296 Fälle

Zur intravenösen und intramuskulären Injektion wurde 0,1—0,5 ccm einer wäßrigen 40 % Urethanlösung verwendet.

Viele dieser Fälle waren vorher über Jahre durch andersartige Medikationen erfolgreich behandelt worden. Wir werden dies an anderer Stelle näher darlegen.

Dort wo gleichzeitig oder nacheinander Urethan und Progesteron verwendet wurden, zeigte sich, daß bei den gegebenen Dosierungen die Wirkungen meist gleichsinnig, nicht aber identisch waren.

Diese Beobachtungen erscheinen nicht nur von therapeutischer Wichtigkeit, sondern auch von Interesse für die Auffindung des bis anhin noch unbekannten Wirkungs-

<sup>1</sup> SAURER, A.: Ergebnisse hormonaler Therapie nach Röntgenkastration und ihre Beziehungen zum Cyclus (im Druck: Helvetica Medica Acta, Basel).

<sup>2</sup> SAURER, A.: Fehldiagnosen bei Folgezuständen ovarieller Dysfunktion (Keimdrüsenhormone als vegetative Regulatoren) (im Druck: Schweiz. med. Wschr.).

<sup>3</sup> SAURER, A.: Neue Gesichtspunkte über Wirkung und therapeutische Verwendung von Keimdrüsenhormonen und andersartigen Stoffen mit gleichsinniger Allgemeinwirkung (Ärztliche Monatshefte, Juliheft 1945).

weges der Keimdrüsenhormone. Die gleichsinnige Abschwächung und Verstärkung hyperfollikulinischer Symptome durch Urethan und Progesteron einerseits, durch Follikelhormon und Nikotinsäureamid usw. andererseits steht im Gegensatz zu ihrer *uneinheitlichen Reaktion gegenüber Parasympathicus oder Sympathicus lähmenden oder stimulierenden Stoffen*. Auffallend ist jedoch der *Parallelismus zu den Wirkungen von Antihistaminen und Histamin*. Auch hier entstehen oder verschwinden die vielgestaltigsten klinischen Bilder einheitlich unter derselben Medikation. Interessant ist ferner die *Übereinstimmung* oder das *prä- und intermenstruelle Zusammentreffen mancher als hyperergisch angesprochener Symptome mit hyperfollikulinischen Manifestationen und ihre gleichsinnige Abschwächung durch Urethan*. Daneben hatten wir aber auch Erfolge mit Urethan bei hyperergischen Symptomen ohne entsprechende Follikulinmedikation oder Anhaltspunkte für Störungen der Keimdrüsenfunktion, z. B. bei gewissen rheumatiformen Erkrankungen und Gelenkaffektionen (5 männliche

Pat.), 1 Fall von Ulcus ventriculi, bei 2 Fällen von Asthma bronchiale und einem medikamentösen urtikariellen Exanthem mit QUINCKESchem Ödem.

Erwähnen möchten wir in diesem Zusammenhang die schon von FRANKLIN<sup>1</sup> 1925 und BERNHEIM<sup>2</sup> 1933 postulierte Verdrängung von Histamin aus der glatten Muskulatur durch Urethan. Allerdings verwendeten sie in vitro relativ höhere Konzentrationen als unseren klinischen Medikationen entsprechen. Unsere zusammen mit Herrn Prof. ALMASY vorgenommenen noch laufenden Versuche befassen sich mit den quantitativen Verhältnissen dieses Verdrängungseffektes.

A. SAURER

Kantonale Universitäts-Frauenklinik, Zürich, den 26. Juli 1945.

<sup>1</sup> FRANKLIN, K. J.: J. of Pharmacol. 26, 227, (1925).

<sup>2</sup> BERNHEIM, FREDERICK: Arch. Intern. de Pharm. dynamique et de Thér. Bd. 46, S, 169, 172/173, Paris (1933).

## Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications Resoconti delle pubblicazioni - Reviews

### Les Ultravirus des maladies animales

Von C. LEVADITI, P. LEPINE und J. VERGE,  
mit 24 weiteren Mitarbeitern. (Librairie Maloine Paris,  
1943) (sFr. 85.85).

Dieser stattliche, 1226 Seiten umfassende Band ist der zweite Teil des Werkes «Les Ultravirus», dessen erster im Jahr 1938 erschienene Teil von C. LEVADITI und P. LEPINE sich mit den menschlichen Viruskrankheiten befaßt.

Die Bearbeitung der tierischen virusbedingten Krankheiten bot Gelegenheit, die neuesten Ergebnisse der Forschung zusammenfassend einzubauen.

Ausgehend von den gut fundierten Kenntnissen der pathogenen Virusarten besprechen die Autoren die biochemischen und biophysikalischen Grundlagen der Auffassungen über die Natur der Vira.

Unterstützt durch gute Abbildungen werden die Arbeitsmethoden der Virusforschung besprochen und deren Ergebnisse vorsichtig gegeneinander abgewogen.

In klarer Weise sind auch die Immunitätsverhältnisse dargelegt.

Sehr angenehm wirken auf den Leser die am Schluß jedes Kapitels folgenden prägnant formulierten Zusammenfassungen. Die bei der Besprechung der einzelnen Krankheiten im Vordergrund stehenden Eigenschaften des jeweiligen Virus werden durch klinische und pathologisch-anatomische Befunde wie auch epidemiologische und immunologische Angaben vorteilhaft umrahmt.

Alle praktisch bedeutsamen Viruskrankheiten der Haustiere, außer der Influenzagruppe, die im ersten Teil des Gesamtwerkes untergebracht ist, erfahren auf diese Weise ihre Darstellung. Weitere Kapitel befassen sich mit den wichtigsten virusbedingten Geschwülsten und den insektenpathogenen Virusarten.

Als Vertreter der als zwischen Bakterien und Virus stehend erachteten Formen werden die Lungenseuche des Rindes, die infektiöse Agalaktie der Schafe und Ziegen sowie die tierischen Rickettsiosen besprochen.

Dem mit 202 guten Abbildungen versehenen, in jeder Beziehung gut ausgestatteten Buch ist unter Tierärzten und tiermedizinisch interessierten Naturwissenschaftlern eine weite Verbreitung zu wünschen.

G. SCHMID

### Physikalische Chemie in Medizin und Biologie

Von Dr. phil. W. BLADERGROEN. Geleitwort von Prof. Dr. M. ROCH. 476 Seiten (Basel, Wepf & Cie., Verlag, 1945) (Fr. 25.-).

Dieses Buch ist die deutschsprachige und zugleich verbesserte Auflage der vor zwei Jahren erschienenen Abhandlung «Chimie Physique Médicale». In 12 Kapiteln werden abwechselnd Gegenstände der reinen physikalischen Chemie und Anwendungen auf Medizin sowie Biologie behandelt. Wie ein Vergleich mit ver-



breiteten Standardwerken zeigt (z. B. den physikalisch-chemischen Kapiteln in BAYLISS, General Physiology), läßt sich Unübersichtlichkeit bei einer solchen Stoffanordnung schwer vermeiden. Nur die konsequente Betonung des thermodynamischen Gesichtspunktes erscheint geeignet, Werken dieser Art ein festeres Gefüge zu verleihen. Die Neuaufnahme eines Kapitels, das die thermodynamischen Grundlagen behandelt, stellt daher eine begrüßenswerte Verbesserung der ersten Auflage dar. Der Autor wählte die Darstellungsweise der Funktionen-Thermodynamik.

Überlegungen über osmotische, chemische, elektrochemische, Redox-, *Donnan*- und andere Gleichgewichte, wie sie in diesem Buch gebracht werden, fußen notwendigerweise auf dem ersten und dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Die Darlegung des *gedanklichen* Inhaltes des letzten Fundamentalsatzes ist dem Autor leider nicht ganz befriedigend gelungen. Im Gegensatz zur technischen Thermodynamik (der Wärmekraftmaschinen) braucht in einem Werk wie dem vorliegenden, gleich wie in Lehrbüchern der chemischen Thermodynamik, der CARNOTSche Kreisprozeß und sein Nutzeffekt nicht in den Vordergrund der Betrachtungen gestellt zu werden. Vielmehr soll die Aufmerksamkeit des Lesers von Anfang an möglichst eindringlich auf den thermischen und mechanischen Aspekt der isothermen und reversiblen Expansion oder Kompression idealer Gase gelenkt werden, denn in diesem Zusammenhang schleichen sich leicht folgenschwere Auffassungsfehler ein. Solche werden geradezu provoziert, wenn der Autor — die periodisch arbeitende Wärmekraftmaschine (wie wir annehmen) allein ins Auge fassend — schreibt: «Jede Form von Energie kann in Wärme übergeführt werden, aber laut dem zweiten Hauptsatz kann Wärme nur zu einem Bruchteil in Arbeit umgewandelt werden.» Die restlose Umwandlung von Wärme in Arbeit bei der isothermen und reversiblen Expansion idealer Gase sowie bei der isothermen und reversiblen Verdünnung idealer Lösungen durch Zusatz von Lösungsmittel wird in diesem Buche eben nicht hinreichend gewürdigt; GAY-LUSSACS Satz von der Unabhängigkeit der Gesamtenergie des idealen Gases vom Volumen kommt kennzeichnenderweise lediglich in einer Fußnote zur Erwähnung. Der Leser hat sich infolgedessen nur anhand der Gleichung:  $dU = -pdV + dQ = 0$  und ohne weitere Anleitung Rechenschaft darüber abzulegen, daß die isotherme und reversible Expansionsarbeit des idealen Gases oder Verdünnungsarbeit der idealen Lösung ausschließlich auf Kosten einer Entropiezunahme des Gases bzw. der Lösung geleistet wird. Die Einführung der Entropiefunktion geschieht dann ohne Hinweis auf diese nicht zu überschätzende Verständnisstütze, was übrigens auch den Verzicht auf den anschaulichsten Anschluß an die im Buch kurz erwähnte statistische Deutung der Entropie in sich schließt.

Abgesehen von diesen Schwächen, welche man in Betracht der bekannten didaktischen Schwierigkeit des Stoffes bis zur nächsten Auflage entschuldigen wird, bietet das Werk eine dankenswerte Darstellung verschiedener interessanter Teilgebiete der physikalisch-chemischen Medizin, die man sonst nur unter Beziehung der Originalarbeiten oder von Monographien kennen lernt. Der Arzt wird BLADERGROENS Buch daher mit Nutzen lesen.

F. ALMASY

## Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften

Eine Einführung in die heutige Naturphilosophie von BERNHARD BAVINK. 8. Auflage mit 92 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln und einem Bild des Verfassers. (Verlag A. Francke AG., Bern 1945) (Fr. 33.-).

Das wohlbekannte Werk von BAVINK hat in den akademischen Kreisen eine so große Verbreitung gefunden, daß sich näheres Eingehen darauf erübrigen würde, wenn nicht nach den Erfahrungen der letzten Jahre die Befürchtung naheläge, daß es sich auch hier um ein «trojanisches Pferd» handelt, das nationalsozialistische Ideologie mehr oder weniger versteckt propagiert.

Als kritische Punkte für die Beurteilung der Einstellung des Werkes müssen natürlich die Relativitätstheorie sowie die Lehre vom Primat der nordischen Rasse dienen.

Durch den Boykott der Relativitätstheorie geriet bekanntlich die deutsche Physik in eine sehr schwierige Lage. TH. VAHLEN hat dann in einer besonderen Schrift die Entdeckung verkündet, die Relativitätstheorie sei eigentlich von POINCARÉ und werde zu Unrecht EINSTEIN zugeschrieben.

BAVINK setzt sich mit dem Problem auf einem wesentlich höheren Niveau auseinander. Er bespricht in sorgfältiger und einprägsamer Weise die Genesis der Relativitätstheorie, um dem Leser klarzumachen, daß es sich um ein absolut unvermeidliches Übel handelt. Die Auseinandersetzung mit EINSTEIN wird aber mit den Worten erledigt (p. 108): «Es steht fest, daß sich z. B. auch der berühmte Mathematiker H. POINCARÉ um die gleiche Zeit mit ähnlichen Ideen befaßt hat, und es ist zehn gegen eins zu wetten, daß W. VOIGT, wenn er nicht gerade um jene Zeit aufs intensivste mit anderen Problemen beschäftigt gewesen wäre, von seiner bereits erwähnten *t*-Formel aus ebenso leicht hätte auf die Relativitätstheorie kommen können...»

Auch die allgemeine Relativitätstheorie wird sehr sorgfältig besprochen, ohne indessen daß der Leser ausdrücklich erfährt, wer ihr Schöpfer war.

Was die Rolle des nordischen Menschen anbetrifft, so behandelt der Verfasser die Frage, warum gerade der europäischen Menschheit das Aufblühen der Naturwissenschaft und der Technik zu verdanken ist. Er erklärt dies durch die Wirkung der nordischen Rasse. Zwar sagt er ausdrücklich, daß die nordische Rasse für sich (wie jede reine Rasse) keine sehr großen Leistungen hervorbringt. Die großen Menschen entstammen zu meist den Mischrassen; aber der nordische Einschlag sei dabei das «auslösende Moment», gewissermaßen der «Katalysator». Er sagt (p. 668): «... es mußte zu diesen guten Anlagen» (nämlich denjenigen anderer Rassen) «noch die nordische rastlose Energie und unentwegte sachliche Einstellung hinzutreten, damit etwas wirklich Großes daraus wurde...» BAVINK sucht diese These in längeren Ausführungen zu begründen. Wir haben aber offen gestanden nicht den Eindruck, daß es ihm dabei sehr wohl ist.

Man darf indessen aus den hervorgehobenen Einzelheiten nicht etwa schließen, daß BAVINK sich auf den Boden der Pseudowissenschaft begibt. Es wäre überhaupt ein schwerer Perspektivfehler, das Buch in diesen Dingen vom Schweizer Standpunkt aus zu beurteilen. BAVINK hat es durchaus für den deutschen Leser geschrieben, der, von der Propagandaflut halb erstickt, nach echter geistiger Kost verlangte. Und um dieses



dringende Bedürfnis zu befriedigen, mag der Verfasser die Erwähnung von EINSTEIN und Ähnliches als eine viertrangige Angelegenheit empfunden haben.

Der offiziellen Pseudowissenschaft aber, die in Deutschland so maßgebend tat, verschreibt sich BAVINK durchaus nicht. Er übt vielmehr immer wieder in einer Weise daran Kritik, die auf den deutschen Leser den Eindruck unerhörter Kühnheit gemacht haben wird. Und manche Ehrung, die die letzten Jahre BAVINK gebracht haben, dürfte mit als Anerkennung für seinen Mut gelten.

Von den erwähnten Partien abgesehen, bleibt das BAVINKSche Buch, wie es früher war, eine auf ungemein hohem Niveau stehende Besprechung der Probleme

der modernen Naturwissenschaft, eine Besprechung, die überall weit genug ausholt und so gut wie überall bis zum wahren Kern der Sache vordringt, ohne die erkenntnistheoretischen Momente zu vernachlässigen.

So wird der bedächtige und kritische Leser diesem Werk hohen Gewinn und wesentliche Vertiefung seines Weltbildes verdanken. Und der Verlag hat durch die Herausgabe dieses Buches vielen Lesern einen Dienst erwiesen. Allerdings meinen wir, daß der Verlag dem Verfasser und den Lesern vielleicht einen noch größeren Dienst erwiesen hätte, wenn er mit der Veröffentlichung etwa ein Jahr zugewartet hätte — das Vorwort des Verlags ist vom April 1945 datiert.

A. OSTROWSKI

## Informationen - Informations - Informazioni - Notes

### Experientia vor (100) Jahren

#### Chemie

1. Nachdem schon die phlogistische Chemie erste Ansätze in der quantitativen Bestimmung der Gase gebracht hatte (SCHEELE, PRIESTLEY, CAVENDISH), erzielt ROBERT BUNSEN (1811–1899), damals in Marburg, die ersten bedeutsamen Resultate aus seinen 1838 begonnenen gasanalytischen Untersuchungen und begründet damit die Gasanalyse. Die qualitative Prüfung der gasförmigen Stoffe sollte erst im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts ausgebaut werden (CLEMENS WINKLER und andere).

2. BUNSEN und PLAYFAIR tragen durch ihre *Analyse der Gichtgase* (vgl. Poggend. Ann. 46, 193) wesentlich zur Kenntnis des *Hochofenprozesses* bei. Durch Glühen einer Mischung von kohlen saurem Kali und Kohle in einem Strom von Stickstoffgas erhalten sie das schon früher bekannte Zyankalium.

3. ANDR. CASTILLERO gewinnt in *New Almaden* (Kalifornien) das erste Quecksilber. Die Grube als solche soll schon 1824 entdeckt worden sein, während die Quecksilbervorkommen von Almaden (Spanien) schon im 16. Jahrhundert als eine der frühesten Minen reiche Erträge lieferten.

4. Der Apotheker CARL ERNST CLAUS in Kasan (Rußland) entdeckt in Platinernzen das Ruthenium, dessen Atomgewicht und chemische Verbindungen er näher bestimmt (Ann. Chem. 56, 257; 59, 284). Die Sauerstoffverbindungen dieses zuletzt entdeckten Platinmetalls wurde in neuerer Zeit von H. DEBRAY untersucht (C. R. Acad. Sciences 106, 100, 328).

5. Der Prager Chemiker K. J. N. BALLING (1805 bis 1868) arbeitet die sogenannte *Attenuationslehre* aus, die darauf beruht, daß durch die Bildung von Kohlensäure das spezifische Gewicht des gärenden Zuckers vermindert wird. Die mit dem BALLINGSchen «Saccharometer» erhobenen Werte spielen in der Gärungstechnik eine große Rolle (vgl. BALLINGS Handbuch: Die Gärungschemie, 1845–47).

6. Wie MICHAEL FARADAY in den Philosophical Transactions berichtet, ist es ihm gelungen, bei sehr niedrigen Temperaturen (–51° bis –71° C) verschiedene Gase zu verflüssigen (Brom- und Jodwasserstoffsäure).

Diese schon früher mit dem Chlor einsetzenden Versuche des englischen Physikers (vgl. Philos. Tr. 1823, p. 160), die später namentlich von RAOUL PICTET und CAILLETET (1877) in Genf am Sauerstoff fortgeführt wurden, beseitigen das Dogma von der Permanenz der Gase endgültig.

7. Anschließend an seine Entdeckung des Ozons (1840) findet CHRISTIAN FRIEDRICH SCHOENBEIN (1799–1868) in Basel weitere Stoffe, die den Sauerstoff in aktivem (polariertem) Zustand enthalten. Er weist auf die Beziehungen dieses aktivierten Sauerstoffs zu den sogenannten «Autooxydationen» (MORIZ TRAUBE) hin, die auch in biologischer Hinsicht von größter Bedeutung sind.

8. Epochemachend in der Geschichte der Explosivstoffe ist die Entdeckung der Schießbaumwolle (Nitrozellulose) durch SCHOENBEIN, die unabhängig vom Basler Forscher kurz darauf auch von RUD. CHRIST. BOETTGER (1806–81) in Frankfurt a. M. gemacht wird. Dieser für die moderne Sprengtechnik äußerst wichtige Explosivstoff entstand bei der Einwirkung eines Gemisches von 1 Teil starker Salpetersäure und 3 Teilen starker Schwefelsäure auf Baumwolle.

#### Geologie und Mineralogie

1. Der aus England gebürtige Astronom JOHANN VON LAMONT (1805–79), seit 1835 Direktor der Münchener Sternwarte, stellt mit dem von ihm konstruierten Bodenthermometer zahlreiche Messungen über die Wärmeströmungen in den oberen Schichten des Erdbodens an.

2. ROBERT BUNSEN stellt seine bekannte Theorie über die Entstehung der auf Island seit 1185 näher bekannten (SAXO GRAMMATICUS) Geysire auf, die einen periodisch erfolgenden Zustrom überhitzten Wassers zu dem über 100° heißen Wasser des Geiserrohres annimmt.

3. Der Wiener Mineralog WILHELM KARL HAIDINGER (1795–1871), Verfasser eines bekannten Handbuchs der bestimmenden Mineralogie (1845), erfindet die dichroskopische Lupe (sogenanntes Dichroskop), d. h. ein am Okularende mit einer Lupe versehenes Kalkspatprisma, das ähnlich wie das NICOLSche Prisma die Flächenfarbe doppeltbrechender Kristalle (Turmalin, Pennin u. a.) in die einzelnen Achsenfarben zerlegt und dem Auge sichtbar macht.

H. BUSS



## Zur Entdeckung der roten Blutkörperchen

Nachdem SWAMMERDAM 1658 beim Frosch die Erythrozyten entdeckt hatte, gelang es LEEUWENHOEK, sie auch beim Menschen nachzuweisen. Über diese merkwürdige Entdeckung berichtet ein interessanter Brief des Kopenhagener Anatomen und Arztes CASPAR BARTHOLINUS. Er trägt das Datum «Aug. 1674. Lugd. Batav. scripta» und wurde im Druck veröffentlicht in «Th. Bartholini Acta Medica et Philosophica Hafnien-sia», Volum. III «De observationibus rarioribus medicis et philosophicis», erschienen zu Kopenhagen Sumptibus Petri Haubold Acad. Bibl. 1677.

Sinngemäß übersetzt lauten die wichtigsten Stellen folgendermaßen: «Anschließend besuchten wir einen Niederländer Namens Lewenhuch, einen intelligenten Mann, der aber keinerlei Studien gemacht hat. Ausschließlich zu eigenem Gebrauch hat er mit staunenswerter Geschicklichkeit selber mehrere sehenswerte Mikroskope gebaut, doch gestattet er gerne, daß auch andere hineinschauen. So konnten wir die merkwürdige Beobachtung machen, daß das strömende Blut aus lauter kleinen Kügelchen besteht, die allenthalben in ständiger Bewegung sind. Bei Abkühlung läßt die Bewegung nach. Bemerkenswert ist, dass die Blutkörperchen in dünner Schicht fast farblos und durchsichtig erscheinen, in dicker Lage aber rot, und zwar um so röter, je mächtiger die Schichte ist.»

Dann schweift BARTHOLIN ab zur Farbentheorie des CARTESIUS, wobei den Mikroskopiker einzig der Satz interessiert: «Alles was sonst weiß ist, erscheint im Mikroskop durchsichtig.» Dann fährt er fort: «Jeder Zweifel an der Existenz dieser mikroskopisch kleinen Körperchen ist ausgeschlossen, denn wir haben sie bei hellem Mittagslicht, in den Haargefäßen, in der Haut, in den Nägeln und in den Knochen gesehen.»

Wertvoll an diesem Brief ist die Schilderung von LEEUWENHOEK. Ganz modern mutet uns die Exaktheit der Beobachtung an.

A. FALLER

## Team Work und Biologie

J. BROZEK und A. KEYS: *General Aspects of Interdisciplinary Research in Experimental Human Biology*. Science 100, 507 (1944).

Wenn Versuche an Menschen durchgeführt werden, so ist es unmöglich, alle Bedingungen bis auf eine oder wenige Variable konstant zu wählen. Es sind deshalb mehrere Fachleute, etwa Physiologen, Biochemiker und Psychologen nötig, um trotzdem eindeutige Ergeb-

nisse wie beim Tierversuch zu erhalten. Damit gewinnt das Problem der Zusammenarbeit immer mehr an Wichtigkeit, weil solche Aufgaben, die nur durch eine Arbeitsgruppe gelöst werden können, immer häufiger gestellt werden. Es ist deshalb von größtem Interesse, über die hierher gehörigen grundsätzlichen Fragen orientiert zu werden, wie das kürzlich in einer ausgezeichneten und mit 20 Literaturhinweisen ausgestatteten Übersicht von J. BROZEK und A. KEYS geschah. Wohl wurden ausschließlich die Verhältnisse in den USA. berücksichtigt; trotzdem dürften manche darin entwickelten Gedankengänge auch für die europäische Wissenschaft von Wichtigkeit sein, um so mehr, als nach allgemeiner Annahme in den Vereinigten Staaten das Team Work bisher am meisten gefördert wurde.

Es stellt sich somit die Aufgabe, die Voraussetzung für eine fruchtbare Zusammenarbeit zu schaffen. Die Teilnehmer einer Arbeitsgruppe müssen die Fähigkeit der Einordnung in ein größeres Ganzes («social intelligence») und genügend Kenntnisse in der Methodik aller behandelten Gebiete besitzen. Dieses Wissen soll durch eine verbreiterte und gleichzeitig vertiefte Ausbildung gefördert werden, wobei die Gefahr einer zu frühen und ausschließlichen Spezialisierung durch General und Junior Colleges vermindert würde. Systematische Gruppenarbeit mit Studenten und die Abhaltung von Seminarien mit Teilnehmern aus verschiedenen Fachgebieten bilde eine weitere Möglichkeit der Heranziehung geeigneter Kräfte. Besonderes Gewicht wird auf die philosophische Ausbildung, im besonderen auf die Behandlung der Philosophie der Wissenschaft, gelegt.

Ernstere Hindernisse für die Erreichung des gewünschten Zieles bildet die falsche Vorstellung, Team Work sei mit weniger Verantwortung und individueller Initiative als die bisherige, als hyperindividuell bezeichnete Organisation der Forschung an den Universitäten verknüpft, an denen es statt zu einer Zusammenarbeit häufig zu einer hemmenden Konkurrenz der Institute komme. Hingegen habe die Industrie den Vorteil des Team Work viel besser erfaßt und ausgenützt. Doch dürften sich die Universitäten dieses Mittels nicht begeben, da naturgemäß viele Probleme nur von der freien Forschung angepackt werden können.

Die bestehenden großen Schwierigkeiten der Durchführung von Gruppenarbeiten an den Hochschulen könnten leichter überwunden werden, wenn eigens Institute hierfür geschaffen würden, wie es in den Vereinigten Staaten seit 1930 tatsächlich geschehen ist.

Es wird schließlich darauf hingewiesen, daß die Lehrtätigkeit der an einem Team teilnehmenden Wissenschaftler weitergeführt werden müsse. Diese bleiben damit mit ihrem ursprünglichen Fachgebiet eng verbunden und können bei der Ausbildung der Studenten diejenigen Tendenzen verstärken, die die Voraussetzung für die Zusammenarbeit schaffen.

E. A. ZELLER



Neuerscheinung:

EDUARD THOMMEN

## TASCHENATLAS DER SCHWEIZER FLORA

*Mit Berücksichtigung der ausländischen Nachbarschaft  
Über 3000 Schwarzweißfiguren mit Angabe der Blütenfarbe*

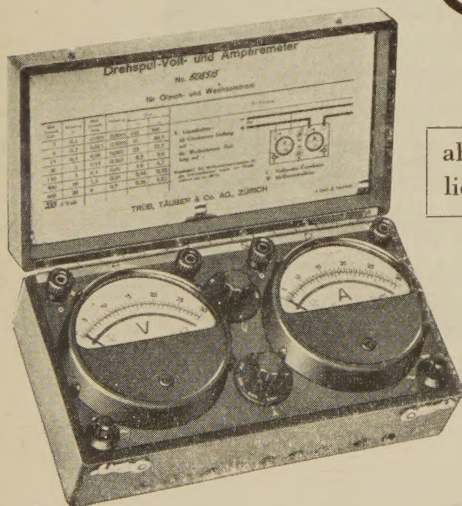
Dieser neue Taschenatlas, ein handliches Bändchen in bequemstem Format, wird allen denen ein wertvolles Hilfsmittel sein, die sich von Berufs wegen, im Schulbetrieb oder aus Liebhaberei mit der reichen Flora der Schweiz und ihrer Nachbargebiete befassen. Er bildet die illustrative Ergänzung zu den im Gebrauch befindlichen Bestimmungsbüchern, deren Benutzung er erheblich erleichtert. Durch Vereinfachung der Darstellung, die mit bescheidenem Aufwand auskommt und dennoch klar bleibt, ist es dem Verfasser gelungen, auf 240 Seiten mehr als 3000 Arten und Formen unterzubringen, ein Anschauungsmaterial, wie es in dieser Vollständigkeit auf so knappem Raum noch nirgends zusammengetragen worden ist. Angaben über die Blütenfarbe ermöglichen es dem Benützer, die Schwarzweißfiguren gegebenenfalls selber zu kolorieren.

XVI + 294 Seiten. Format 18,7 × 11,5 cm. Gewicht 300 g. Schmiegsam in Ganzleinen gebunden, Fr. 12.50.  
Zu beziehen durch die Buchhandlungen.

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL

## Universalinstrument

Gleich/Wechselstrom  
Volt/Amperes  
2 Meßsysteme



ab Lager  
lieferbar

7 Messbereiche von 3—600 Volt  
7 Messbereiche von 0,003—6 Ampère  
Gleichzeitig 2 unabhängige Messungen

**TRÜB, TÄUBER & CO. AG., ZÜRICH**

Fabrik elektrischer Messinstrumente - Tel. 26 16 20

## HELVETICA PHYSICA ACTA

*Jährlich 6 bis 8 Hefte*

*Abonnementspreis:*

*Schweiz Fr. 28.—, Ausland Fr. 34.—*

Die Helvetica Physica Acta sind das offizielle Organ der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft. Sie enthalten weitaus den größten Teil aller in der Schweiz oder von Schweizern im Ausland veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Gebieten der Physik, sowohl experimentelle wie auch theoretische Untersuchungen. Die Arbeiten erscheinen in den schweizerischen Landessprachen. — Für Mitglieder der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft ist der Abonnementspreis in der Schweiz Fr. 18.50, im Ausland Fr. 24.—

VERLAG BIRKHÄUSER AG  
BASEL



## Vorläufer des Clichés



### Zylinderdruck ca. 1000 J. v. Ch.

Ein Steinzyylinder, in den das Sujet eingemeisselt war, lieferte den Abdruck durch Abrollen in weichen Ton. Diese assyrische Darstellung zeigt eine Audienz von Vasallen beim König.

***Dem alten Druckstock ist verwandt,  
was heut' als Cliché ist bekannt.***

*Clichés*  
**SCHWITTER A-G**  
BASEL/ZÜRICH